

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Escuela politécnica superior

*Departamento de tecnología electrónica*



# **ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE DATOS DE UN SEGUIDOR FOTOVOLTAICO DE DOS EJES CON BACK-TRACKING**

Proyecto fin de carrera

TITULACIÓN: I.T.I, especialidad en Electrónica Industrial

AUTOR: Pedro Javier Lara Pelegrín

TUTOR: Vicente Salas Merino

Leganés, Enero de 2015

*A mi madre, por su eterno apoyo.*

*A mi padre, por su inquebrantable lucha.*

*A Vicente, por su infinita paciencia.*

*"I will always stand my ground"*

# ÍNDICE

## Objetivos

<u>1. Sistemas fotovoltaicos: Elementos y situación actual</u> .....	5
1.1 Energía fotovoltaica .....	5
1.2 Sistema fotovoltaico .....	5
1.3 Tipos de sistemas fotovoltaicos .....	5
1.4 Situación actual .....	6
<u>2. Seguidor fotovoltaico</u> .....	10
2.1 Seguidores fotovoltaicos estándar .....	10
2.2 Seguidores fotovoltaicos de concentración .....	10
2.3 Clasificación .....	10
<u>3. Resultados experimentales</u> .....	16
3.1 Introducción y definiciones .....	16
3.2 Presentación y análisis de datos .....	18
<u>4. Conclusiones</u> .....	61
<u>5. Referencias</u> .....	63
<u>6. Anexos</u> .....	64
6.1 Datos experimentales del seguidor .....	64

## **OBJETIVOS**

El objetivo de este proyecto es comparar la mejora en la producción que se obtiene de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking con respecto a un sistema fotovoltaico fijo para poder determinar si es rentable el gasto que requiere el seguidor con respecto al sistema fijo.

Para cuantificar esta mejora, se han dispuesto dos sistemas fotovoltaicos en los tejados de la universidad Carlos III de Leganés (Madrid), un sistema fijo compuesto de dos filas de tres paneles solares cada una y un seguidor fotovoltaico con la misma disposición (dos filas con tres paneles) y se han recopilado los datos de producción, así como otros datos que pueden resultar interesantes, diariamente durante todo un año, para así poder realizar una comparación adecuada y fidedigna.

Asimismo, usando algunos de los datos recopilados durante el proyecto, también podemos valorar otros datos a tener en cuenta en una instalación fotovoltaica, como por ejemplo el coeficiente de rendimiento (También llamado Performance ratio o simplemente PR) y cuantificar cómo de eficaz es la instalación.

Por último, para tratar de que los resultados obtenidos sean lo más precisos posibles, se estudiarán formas de eliminar algunos fallos en la recopilación de datos causados por la localización de los sistemas respecto a un emplazamiento óptimo, para lo que se estudiarán diferentes fórmulas de rectificación que serán comparadas con datos reales de sistemas fotovoltaicos en la misma ciudad, en este caso, Leganés.

# 1. Sistemas fotovoltaicos: Elementos y situación actual

## 1.1 Energía fotovoltaica

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos, en los cuales la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial.

## 1.2 Sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de equipos contruidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

- Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada
- Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada

Los elementos de un sistema fotovoltaico son:

- Generador solar: Conjunto de paneles fotovoltaicos que captan energía luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión.
- Acumulador: Almacena la energía producida por el generador. Una vez almacenada existen dos opciones:
  - Sacar una línea de éste para la instalación.
  - Transformar a través de un inversor la corriente continua en corriente alterna
- Regulador de carga: Su función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, puesto que los daños podrían ser irreversibles. Debe asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficacia.
- Inversor: Se encarga de transformar la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna.

Un sistema fotovoltaico no tiene porque constar siempre de estos elementos, pudiendo prescindir de uno o más de éstos, teniendo en cuenta el tipo y tamaño de las cargas a alimentar, además de la naturaleza de los recursos energéticos en el lugar de instalación.

## 1.3 Tipos de sistemas fotovoltaicos

### 1.3.1 Sistemas autónomos, remotos o aislados

Son aquellos sistemas fotovoltaicos donde la energía generada a partir de la conversión fotovoltaica se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda.

### 1.3.2 Sistemas conectados a la red

En cuanto a las instalaciones conectadas a la red se pueden encontrar dos casos: centrales fotovoltaicas, en las que la energía eléctrica generada se entrega directamente a la red eléctrica, y sistemas fotovoltaicos en edificios o industrias conectados a la red eléctrica, en los que una parte de la energía generada se invierte en el mismo autoconsumo del edificio, mientras que la energía excedente se entrega a la red eléctrica. En esta categoría, se incluye al seguidor fotovoltaico, sistema sobre el cual trata este proyecto.

### 1.4 Situación actual:

De acuerdo con el informe “*PVPS Report Snapshot of Global PV 1992-2013*” publicado recientemente por la Agencia Internacional de la Energía, dentro del Programa de Sistemas Fotovoltaicos (PVPS), del que España forma parte, al menos, en el último año, 2013, se han instalado en el mundo 36,9 GW sistemas fotovoltaicos, mayormente de conexión a red. Este dato contrasta con los 29 GW de hace dos años, Figuras 1.1 y 1.2.

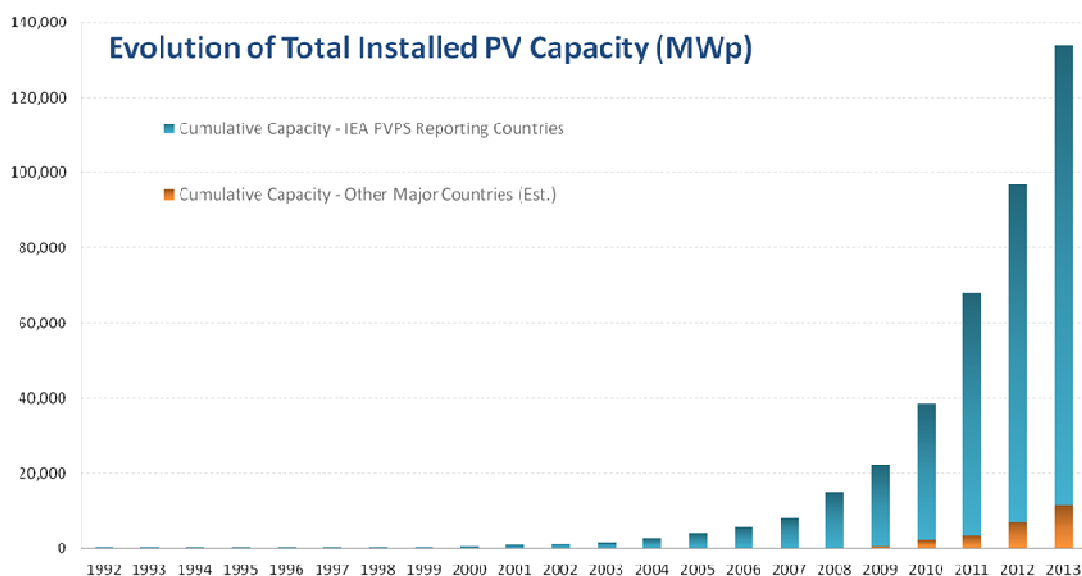


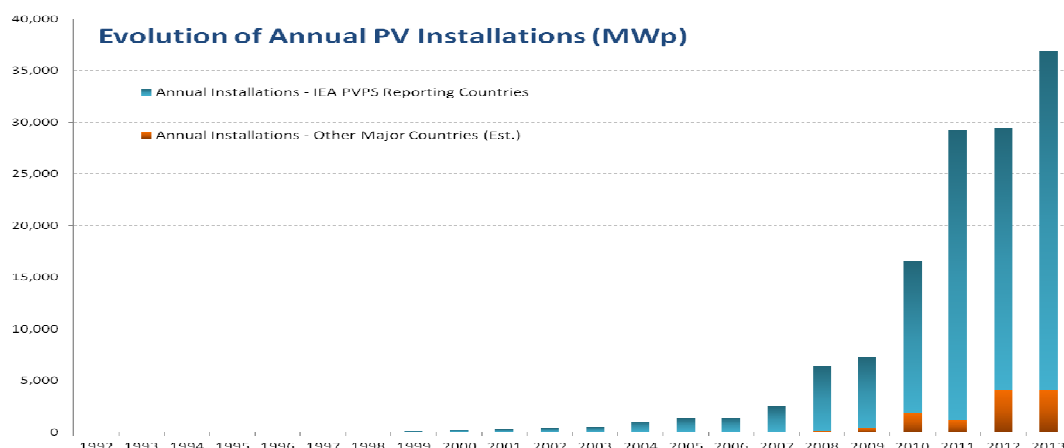
Figura 1.1: Evolución de la capacidad de la potencia instalada (MW)

Asia lidera, en 2013, con el 59 % del mercado global. Sin embargo, Europa ha decrecido significativamente, pasando de 22 GW en el 2011 a 17 GW en 2012 y 10,3 GW en 2013. De esta forma, Europa ya no es líder del mercado mundial, algo que ocurría desde 2003.

El mercado asiático experimenta un incremento espectacular, del 170 %. Así, dentro del mercado global, China se coloca en primera posición con una potencia estimada de 11,3 GW, seguido por Japón, con 6,9 GW y Estados Unidos, con 4,75 GW. El primer mercado europeo es el alemán, con 3,3 GW.

De esta forma, en los primeros diez lugares del ranking, se encuentran cuatro países de Así-Pacífico (China, Japón, India y Australia), cinco europeos (Alemania, Italia, Grecia y Rumania), y uno de América (Estados Unidos), Tabla 1.1. La distribución *regional* se muestra en la Figura 3. Los datos completos, para cada país, se muestran en la Tabla 1.2.

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking



**Figura 1.2: Evolución anual de las instalaciones fotovoltaicas (MW)**

Alemania, Italia y Grecia tienen ahora una capacidad fotovoltaica del 6,2, 7,8 y 5,8 %, respectivamente, de su demanda anual de electricidad con fotovoltaica. Además, quince países europeos, cubren, al menos, el 1 % de su demanda energética con energía fotovoltaica.

La energía fotovoltaica representa el 3 % de la demanda de electricidad en Europa y el 6 % de la demanda pico. De esta forma, la energía fotovoltaica representa, al menos, el 0,85 % de la demanda global energética y debería alcanzar el 1 %, en 2014, Figura 4.

Asimismo, es digno de hacer mención que diecisiete países tuvieron, al menos, 1 GW de potencia fotovoltaica acumulada a finales de 2013 y nueve países instalaron 1 GW, al menos, en 2013.

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

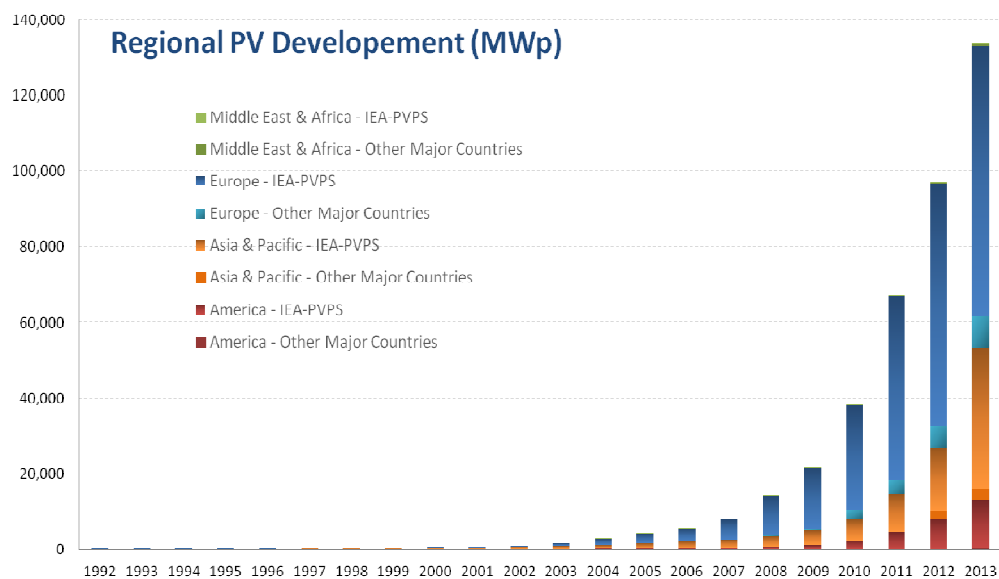


Figura 1.3: Distribución del desarrollo regional de la energía fotovoltaica (MW)

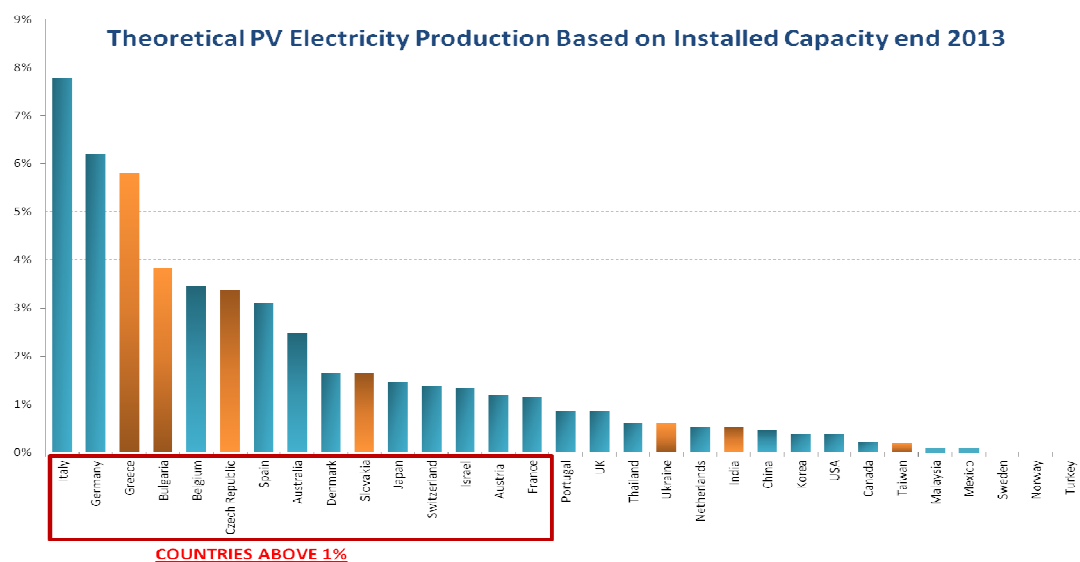


Figura 1.4: Producción teórica de electricidad basada en la capacidad fotovoltaica instalada en 2013



## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 1.2: Listado de los diez primeros países, tanto de la potencia instalada en 2013 (GW) como de la capacidad total instalada, acumulada (GW)

Installations -GW			Total Installed Capacity -GW	
1	CHINA	11.3	GERMANY	35.5
2	JAPAN**	6.9	CHINA	18.3
3	USA	4.8	ITALY	17.6
4	GERMANY	3.3	JAPAN**	13.6
5	ITALY	1.5	USA	12.0
6	INDIA*	1.1	SPAIN**	5.6
7	ROMANIA*	1.1	FRANCE	4.6
8	GREECE*	1.0	AUSTRALIA	3.3
9	UK	1.0	BELGIUM	3.0
10	AUSTRALIA	0.9	UK	2.9

## 2. Seguidor fotovoltaico

Los seguidores solares son dispositivos mecánicos para orientar módulos fotovoltaicos hacia el sol o para dirigir luz solar a células fotovoltaicas o módulos. Los seguidores fotovoltaicos pueden ser clasificados en dos tipos: seguidores fotovoltaicos estándar y seguidores fotovoltaicos de concentración. Cada uno de estos tipos puede ser a su vez ser categorizado por el número y orientación de sus ejes, su arquitectura de actuación y tipo de motor, sus aplicaciones previstas y sus tipos de soportes verticales y cimientos.

### 2.1 Seguidores fotovoltaicos estándar

Los seguidores fotovoltaicos estándar son utilizados para minimizar el ángulo de incidencia entre la luz recibida y el fotovoltaico. Esto incrementa la cantidad de energía producida de una cantidad fija de capacidad de generación de energía.

En los sistemas fotovoltaicos estándar, la energía aportada por la irradiación decrece con el coseno del ángulo entre la luz recibida y el módulo. Así, seguidores que tengan una precisión de  $15^\circ$  puede proporcionar más del 99.6% de la energía suministrada por la irradiación directa. De ahí que el seguimiento de alta precisión no sea usado normalmente

### 2.2 Seguidores fotovoltaicos de concentración

Los seguidores fotovoltaicos de concentración son utilizados para activar las ópticas utilizadas en los sistemas fotovoltaicos de concentración. Estos seguidores pueden alinear los módulos de concentración hacia el sol o enfocar la luz del sol en los colectores fotovoltaicos.

La principal fuente de energía para los módulos fotovoltaicos de concentración es la radiación solar directa. La óptica está diseñada especialmente para enfocar la radiación directa hacia las células fotovoltaicas. Si el enfoque no es constante, la salida de energía baja sustancialmente. Si el módulo fotovoltaico concentra en una dimensión, es necesario un seguidor de un eje mientras que si es necesario con concentrar en dos dimensiones, es necesario seguimiento de dos ejes.

En los módulos de concentración, los requisitos de precisión del seguimiento están normalmente relacionados con la producción de energía a través del ángulo de aceptación del módulo. Cuando el error de la alineación con el sol es menor que el ángulo de aceptación, los módulos suelen proporcionar el 90% o más de la energía suministrada por la radiación solar.

### 2.3 Clasificación

#### 2.3.1 Ejes de rotación:

2.3.1.1 Seguidores de un eje: Son aquellos que tienen un grado de libertad que actúa como un eje de rotación. Dentro de esta categoría hay varias implementaciones comunes:

- Seguidor de un eje horizontal: el eje de rotación es horizontal con respecto al suelo.
- Seguidor de un eje vertical: el eje de rotación es vertical con respecto al suelo. Estos seguidores rotan de este a oeste a lo largo del día.
- Seguidor de un eje inclinado: son aquellos seguidores con ejes de rotación entre horizontal y vertical.

Los ejes de rotación de los seguidores de un eje son usualmente alineados con el meridiano de norte verdadero, aunque es posible alinearlos con cualquier punto cardinal con algoritmos avanzados de seguimiento, mientras que la orientación del módulo con respecto al eje del seguidor también varía según el tipo de seguidor de un eje. Para seguidores de un eje horizontal o inclinado tienen el frente orientado en paralelo con el eje de rotación, mientras que los seguidores de un eje vertical tienen el frente orientado en ángulo con respecto al eje de rotación.

**2.3.1.2 Seguidores de dos ejes:** Los seguidores de dos ejes tienen dos grados de libertad que actúan como ejes de rotación. Estos ejes son típicamente perpendiculares el uno con el otro. El eje que es fijado con respecto al suelo se considera como el eje principal, mientras que el segundo se denomina como eje secundario.

Hay varias implementaciones habituales para los seguidores de dos ejes. Se clasifican por la orientación de su eje primario con respecto al suelo. Dos implementaciones habituales son el seguidor “tip-tilt”, que tiene su eje principal horizontal con el suelo, y el seguidor azimut-altitud, cuyo eje principal esta vertical al suelo.

La convención para el ángulo acimutal es “grados este-norte” (por ejemplo, en cero grados, el azimut apunta al norte y noventa grados apunta al este) y para el ángulo de altitud es “grados por encima del horizonte”. Esta convención es la usada para describir ángulos, pero puede ser utilizada una diferente siempre y cuando sea descrita. Por ejemplo, el rango de movimiento de un seguidor podría ser descrito como “azimut de +20 a 340 grados” o alternativamente como “ $\pm 160$  grados desde el sur”.

La orientación para los seguidores “tip-tilt” está normalmente alineada bien con el meridiano del norte real o con una línea este-oeste de latitud. Es posible alinearlos en cualquier dirección con algoritmos avanzados de seguimiento.

La orientación del módulo con respecto al eje del seguidor es importante para el rendimiento del modelo. Los seguidores de dos ejes suelen tener los módulos orientados en paralelo al eje secundario de rotación.

### **2.3.2 Actuación y control:**

Hay dos arquitecturas habituales de control y actuación: actuación distribuida y actuación agrupada, que pueden ser implementadas de múltiples formas.

Para la arquitectura de actuación distribuida, cada seguidor y cada eje de rotación actúan y son controlados de manera independiente, mientras que para la arquitectura de actuación agrupada, varios ejes de rotación son controlados por un solo sistema de actuación. Esto puede ser múltiples ejes en un único seguidor o múltiples seguidores en una matriz.

**2.3.2.1 Arquitectura:** Hay dos arquitecturas habituales de actuación y control, que pueden ser implementadas de diversas formas.

- Actuación distribuida: cada seguidor y cada eje de rotación actúa y es controlado de forma independiente.
- Actuación en grupo: varios ejes de rotación son controlados simultáneamente por un único sistema de actuación.

2.3.2.2 Tipos de tracción: Hay tres tipos de tracción usadas en seguidores solares:

- Tracción eléctrica: Transfieren energía eléctrica a motores de alterna o a motores de continua con o sin escobillas para crear movimiento rotacional. Estos motores interactúan mediante cajas de cambios que reducen la velocidad rotacional a cambio de par adicional. La caja de cambios reparte tanto el movimiento lineal como rotacional que es utilizado para controlar el eje del seguidor.
- Tracción hidráulica: Usan bombas para generar presión hidráulica, la cual es transferida a través de válvulas, tuberías y mangueras a un motor hidráulico o un cilindro, los cuales ajustan la ventaja mecánica como sea necesario para repartir el movimiento rotacional o lineal para controlar el eje del seguidor.
- Tracción pasiva: Usan presión de fluidos diferenciales para controlar el eje del seguidor. El diferencial de presión es creado por gradientes termales, lo que hace que el seguidor se mueva para llevar al equilibrio a los diferencias de presión.

### 2.3.3 Control de seguimiento:

2.3.3.1 Control pasivo: generalmente depende fuerzas ambientales para producir cambios en la densidad de fluidos, lo cual proporciona fuerzas internas que pueden ser usadas para ventaja mecánica para posicionar la carga.

2.3.3.2 Control activo: Usan energía suministrada para manejar la circuitería y los actuadores para posicionar la carga. Dentro de este control hay varios métodos:

- Control de lazo abierto: Es un método activo de seguimiento que no usa detección directa de la posición del sol, energía del módulo, etc. como retroalimentación, sino que utiliza cálculos matemáticos de la posición del sol (basados en la hora del día, fecha, localización, etc.) para determinar hacia dónde debería estar orientado el seguidor y tracciona a los actuadores de acuerdo a ellos.
- Control de lazo cerrado: Es un método activo de seguimiento que utiliza algún tipo de realimentación (tal como un sensor óptico de posición solar) para determinar cómo manejar actuadores y posicionar la carga.
- Control híbrido: Es un método activo que combina cálculos matemáticos de la posición solar con los tipos de sensores de datos usados en un lazo de realimentación negativa.

2.3.3.3 Backtracking: Hace referencia a los seguidores que son intencionadamente posicionados hacia el sol, normalmente para reducir las sombras de seguidos adyacentes en una instalación compacta durante las primeras horas de la mañana y el final de la tarde cuando el sol está bajo en el horizonte.

Un método incluye mover todos los seguidores en un campo un ángulo de elevación ligeramente superior para evitar sombreados. Otra aproximación es que una fila esté inactiva y posicionada a cero grados (apuntando al cielo) para permitir que las otras filas tengan una línea de visión directa al sol sin sombreado. Esto es útil sobre todo en diseños que no tienen acceso a suficiente terreno para ser colocados suficientemente alejados para evitar sombreados en las primeras horas de la mañana y el final de la tarde.

#### 2.3.4 Características estructurales:

2.3.4.1 Soportes verticales: Transfieren la carga de la estructura a la base. Hay dos tipos:

- Seguidores de montaje en polea: Este tipo transfiere la carga a la base a través de una o más poleas. Estas poleas pueden engancharse o continuar hacia una o más bases. Tanto seguidores de un eje como de dos ejes pueden ser montados con poleas,
- Seguidores de montaje en carrusel: Un seguidor de este tipo transfiere la carga a la base a través de un anillo. Este anillo está enganchado a la base por medio de varios puntos. Los seguidores de un solo eje vertical y los seguidores de dos ejes de azimut-altitud sólo pueden ser montados en carrusel.

2.3.4.2 Cimientos: La carga situada en la estructura del seguidor debe estar sostenida a través de sus cimientos. Los seguidores pueden estar montados en tejados, tierra o agua y pueden estar sujetos a cargas específicas según su localización. Por ello, hay varios tipos de cimientos usados para los seguidores, que depende de las características específicas del lugar y la legislación local.

- Cimientos con penetración: Los cimientos con penetración o de profundidad vienen en una amplia variedad de tipos. Son comunes a aplicaciones de montaje en suelo y en agua. El diámetro de los agujeros, profundidad, mezcla de hormigón, requerimientos de las barras de acero, tipo de tratamiento y otras características son determinadas por las condiciones del lugar.
- Cimientos sin penetración: Los cimientos sin penetración, también llamados superficiales o lastrados, tienen también gran variedad de tipos y son utilizados en montajes en suelo y en tejados. El área en contacto con la superficie, la masa total, el tipo de material, los requerimientos de las barras de acero y otras características son determinadas por las condiciones del lugar.

2.3.4.3 Posiciones del seguidor:

- Reposo: la posición de reposo es la posición a la que el seguidor se mueve cuando se producen o pueden producirse condiciones meteorológicas adversas para evitar posibles daños en el seguidor o en la carga. No todos los seguidores tienen una posición de reposo y la posición exacta puede variar dependiendo del diseño del seguidor.
- Mantenimiento: La posición de mantenimiento es aquella a la que el seguidor se mueve para operaciones tales como limpieza, instalación de módulos, mantenimiento, etc. Puede ser la misma posición que la de reposo o diferente y puede haber más de una. Cuando el seguidor se encuentra en esta posición, debería haber un interruptor de seguridad para prevenir súbitos movimientos sin interacción del operador.
- Rango de movimiento: El rango de movimiento se define como el máximo movimiento del seguidor en cada dirección y eje.  
Hay que tener en cuenta que no sólo está definido por límites mecánicos: la presencia de interruptores electrónicos limitadores o ajustes de software

pueden ser usados para restringir el rango de movimiento tales como seguridad o reducción de sombras.

Si el seguidor incluye un controlador, el rango de movimiento debería referirse al máximo en el que cual puede ser dirigido por la combinación de software y hardware.

### 2.3.5 Consumo de energía:

2.3.5.1 Consumo diario de energía: El consumo diario de energía de un seguidor es definido como la cantidad de energía en KWh que es requerida para realizar un seguimiento completo de 24 horas al día llevando una carga estándar. El consumo puede depender de las condiciones del tiempo como por ejemplo el viento o la nubosidad, así como la estación del año.

2.3.5.2 Consumo de energía en reposo: Se define como la cantidad de energía en KWh que se requiere para mover al seguidor desde la posición más lejana al estado de reposo hasta el estado de reposo.

### 2.3.6: Elementos externos e interfaces:

2.3.6.1 Cimientos: Los cimientos es la estructura de soporte que está fijada con respecto al terreno. Es equivalente al símbolo mecánico “tierra”.

2.3.6.2 Interfaz de los cimientos: El interfaz de los cimientos uno al seguidor con el suelo o tejado: el diseño del seguidor permite cierto margen de error en la alineación entre el seguidor y los cimientos para un correcto funcionamiento.

2.3.6.3 Carga: La carga es el objeto que es movido por el seguidor, generalmente un grupo de placas o módulos fotovoltaicos combinados con algún tipo de estructura de montaje, sin incluir el seguidor en sí mismo. El seguidor debe especificar un mínimo y un máximo peso de la carga soportada, así como restricción en la distribución del peso y del centro de masa.

2.3.6.4: Interfaz de carga: Es el límite entre la carga y el seguidor. Se define como el método de unión entre la carga y el seguidor y los métodos para transmitir carga entre ambos.

2.3.6.5: Interfaz de la carga: Incluye tanto el cableado como las conexiones entre el seguidor y la carga.

2.3.6.6: Interfaz de tierra: Incluye conexiones desde el seguidor para estar conectado a tierra en caso de fallo y para una protección de descarga electrostática.

2.3.6.7 Esfuerzo de instalación: Incluye las horas de trabajo necesarias para instalar el seguidor, así como el equipo necesario para realizar la instalación.

### 2.3.6.8: Interfaz de control:

- Interfaz humano/manual: Describe cualquier método para un operador que esté físicamente presente en el seguidor para control alguna de sus funciones. Puede incluir interruptores o botones para controlar motores o un botón de parada de emergencia para detener el movimiento. Cada diseño de seguidor puede proporcionar diferentes niveles interfaz manual.

- Interfaz remoto: Puede incluir comunicación con o sin cable y una variedad de protocolos de comunicación e interfaces de usuarios, como por ejemplo un interfaz remoto basado en una página web.

### 2.3.7 Tolerancias internas:

2.3.7.1 Tolerancia del eje primario: Es el error total aceptable de fabricación e instalación entre el vector del eje principal especificado y el vector real del eje primario tras la instalación. La tolerancia puede ser definida en miliradianes o grados.

La tolerancia también es usada como método para indicar como de exacto ha de ser la fabricación e instalación del eje primario. Por ejemplo, el fabricante de un seguidor podría especificar que el seguidor trabajará conforme a las especificaciones siempre que el eje primario esté instalado con una tolerancia de un grado de la posición nominal.

2.3.7.2 Tolerancia del eje secundario: Se define como el error total aceptable, expresado en miliradianes o grados, entre el vector que es perpendicular al eje primario y el vector real el cual es el eje secundario.

### 2.3.8 Elementos del sistema de seguimiento:

2.3.8.1 Estructura mecánica: Soporta los módulos o montajes fotovoltaicos.

2.3.8.2 Controlador del seguidor: Se compone de toda la electrónica de control como el microprocesador, transformador/fuente de energía y enlaces de comunicación.

2.3.8.3 Sensores: Incluyen aquellos que permiten el control de bucle cerrado (posición solar, salida de energía del módulo), aquellos que permiten un preciso posicionamiento del tren de control (codificadores, inclinómetros, etc.) y aquellos que proporcionan datos adicionales sobre el clima, bien sean para control o monitorización (temperatura, velocidad del viento, dirección, etc.).



### 3. Resultados experimentales

#### 3.1 Introducción y definiciones

Para el estudio y análisis de los datos obtenidos del seguidor fotovoltaico, el cual consta de seis placas fotovoltaicas dispuestas en dos filas de tres placas cada una, se instaló un sistema fotovoltaico fijo igual al seguidor, con dos filas de tres placas, para tener valores de referencia y lograr calcular la ganancia obtenida por el seguidor fotovoltaico respecto a un sistema fijo en el mismo lugar, aunque al no estar exactamente en el mismo lugar, el seguidor fotovoltaico fue más perjudicado por problemas de sombras ajenas que el sistema fijo, de los cuales ya se hablará más adelante, así como de las soluciones probadas para anular esos efectos.



**Imagen 3.1: Seguidor fotovoltaico instalado en la universidad Carlos III**

El objetivo de este trabajo es la comparación de la producción de tres sistemas fotovoltaicos con la misma potencia instalada: uno con seguimiento en dos ejes y dos sistemas fijos (dispuestos en filas diferentes, denominados como “sistema trasero” y “sistema delantero”).

Para la comparación de la producción de los tres sistemas se ha tomado como referencia al sistema fijo trasero porque en una huerta común, en donde hay instaladas  $n$  filas,  $n-1$  de ellas están instaladas como si fueran “sistemas fijos no delanteros”. De esta forma, se realizarán dos tipos de comparaciones de la producción: una entre el sistema con seguimiento y el trasero, que darán los resultados experimentales reales, y otra entre el sistema con “seguimiento modificado” y el trasero. Esta última comparación la hemos denominado “comparación rectificada”.



## **Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking**

---

Antes de exponer los datos obtenidos, es necesario dejar claro ciertos aspectos de los datos que se van a exponer y la razón de algunos de ellos.

Como más adelante se podrá leer, hay en todas las secciones una parte denominada “día completo” y otra “medio día”. Esto es necesario a que debido a las particulares condiciones ya mencionadas donde el seguidor fotovoltaico está situado, no permitía la obtención de los datos de forma totalmente fidedigna (como por ejemplo, sombras ajenas) y una de las soluciones que se intentaron implementar fue la de partir los datos del día por la mitad exacta y quedarnos con la parte con mayor exactitud en los datos. En posteriores análisis, procederé a establecer si esta aproximación puede ser dada como válida o no, una vez expuestos todos los datos.

Asimismo, usamos en varias ocasiones el término “rectificado”, el cual hace referencia a otra de las posibles soluciones implementadas para hacer un análisis lo más realista posible y del que también estudiaremos su viabilidad más adelante.

Como en las tablas que mencionan en varias ocasiones y que se encuentran en el anexo hay varios términos con los que hay que estar familiarizado, definiré esos términos a continuación para luego dar paso a la exposición de datos.

- Trasero: hace referencia a las placas fotovoltaicas situadas en la segunda y última línea de nuestro sistema fotovoltaico fijo de referencia.
- Delantero: hace referencia a las placas fotovoltaicas situadas en la primera línea de nuestro sistema fotovoltaico fijo de referencia.
- Carrusel: hace referencia al seguidor fotovoltaico que estamos estudiando en este proyecto.
- Rectificado: hace referencia a los valores obtenidos tras utilizar una de las soluciones propuestas y sus fórmulas correspondientes.
- Medio día: hace referencia a los a los valores obtenidos tras utilizar una de las soluciones propuestas y sus fórmulas correspondientes.
- Producción: la energía obtenida por las placas solares en una de las unidades de tiempo utilizadas.
- Irradiancia: es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación, en este caso, la energía solar que llega a las placas fotovoltaicas.
- Coeficiente de rendimiento: expresa la relación del rendimiento energético real con respecto al rendimiento energético teóricamente posible.
- Ganancia: es la cantidad de producción en porcentaje que se obtiene de más de comparar la producción del seguidor fotovoltaico respecto a la producción de las placas fotovoltaicas traseras del sistema fijo.

### 3.2 Presentación y análisis de datos:

#### DATOS ANUALES:

*Día completo:*

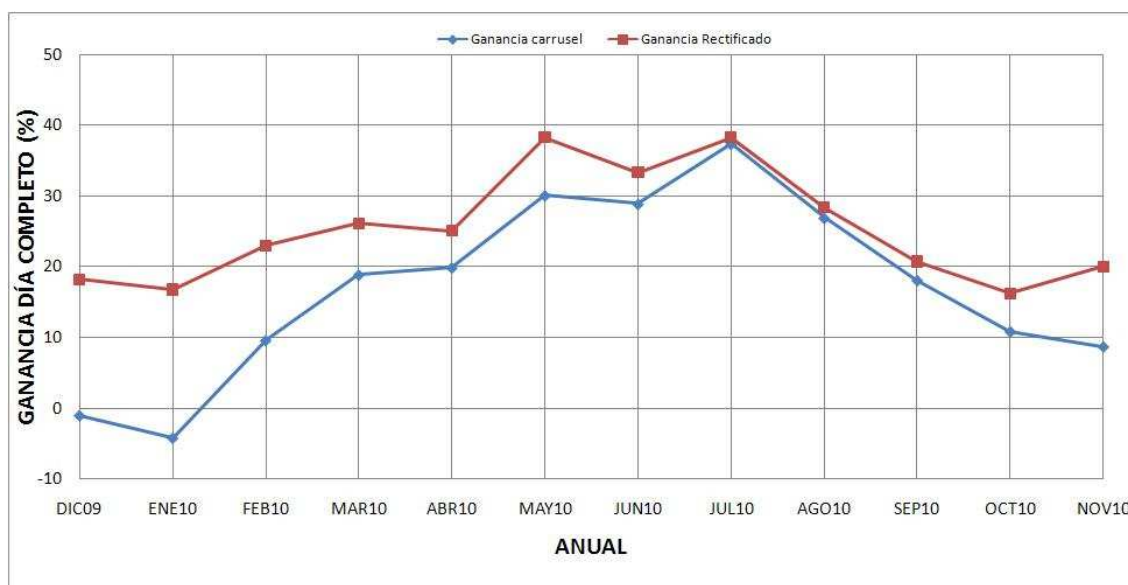


Figura 3.1: Evolución del porcentaje de ganancia durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

En esta figura se puede observar como claramente la ganancia obtenida con los datos rectificados es mucho mejor que con los originales, aunque se puede apreciar como en el mes de julio, donde los problemas para la correcta obtención de los datos fueron nulos, ambos valores se solapan, lo cual puede dar una pista sobre cómo de adecuada fue esa aproximación.

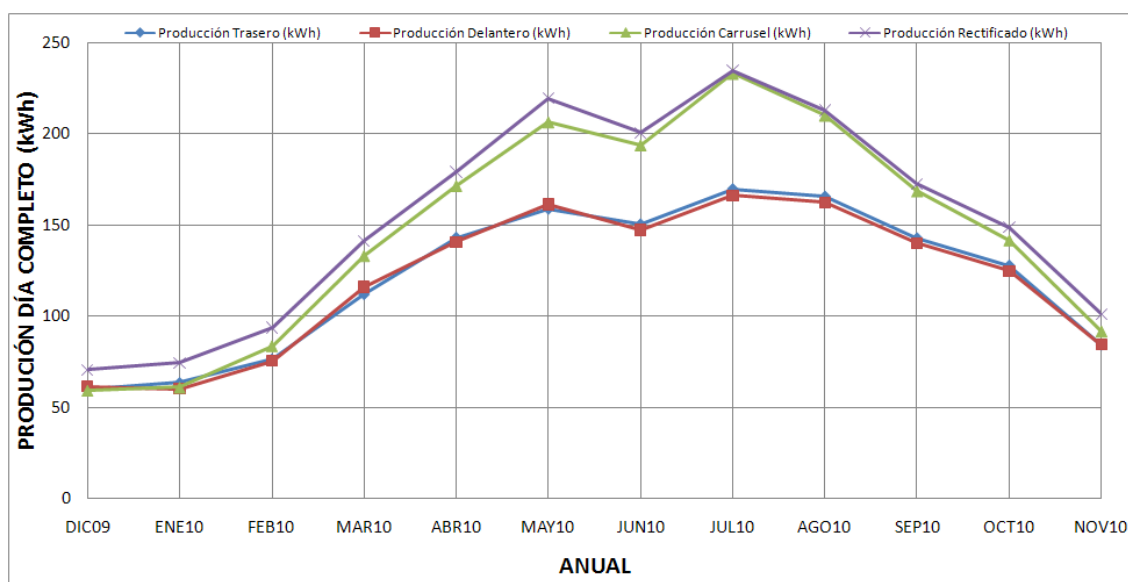


Figura 3.2: Evolución de la producción durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

En esta figura se puede como por un lado, la producción del seguidor fotovoltaico fue siempre superior (salvo en el mes de enero) respecto al sistema fijo de comparación, así como la producción obtenida de los datos originales y rectificados es bastante aproximada.

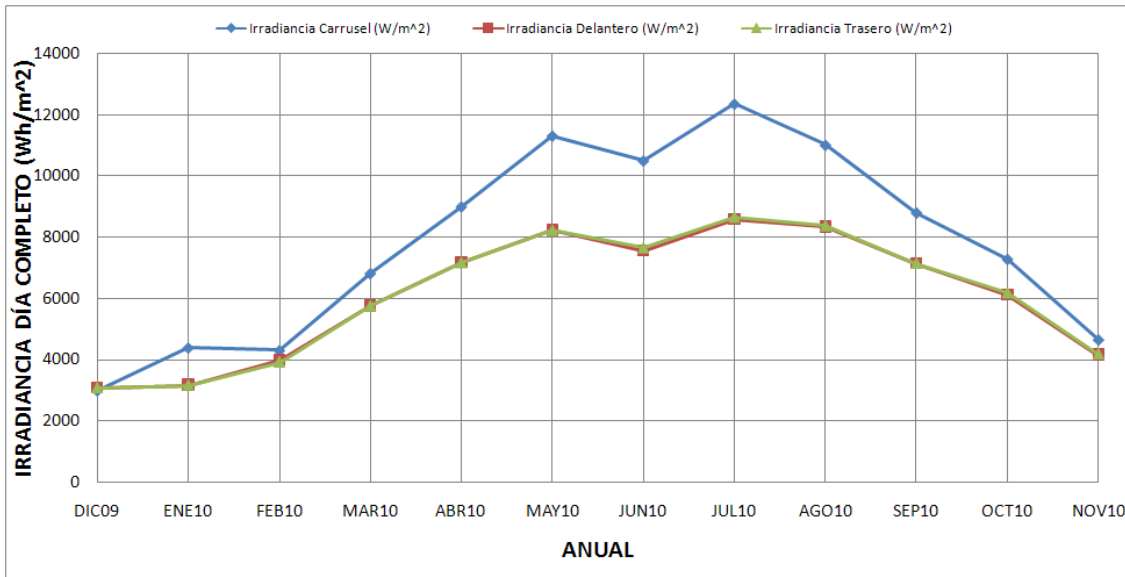


Figura 3.3: Evolución de la irradiancia durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

En esta figura podemos ver como la irradiancia que recibe el seguidor fotovoltaico con respecto al sistema fijo es siempre mayor, siéndolo especialmente en los meses de primavera y verano, donde hay más luz solar.

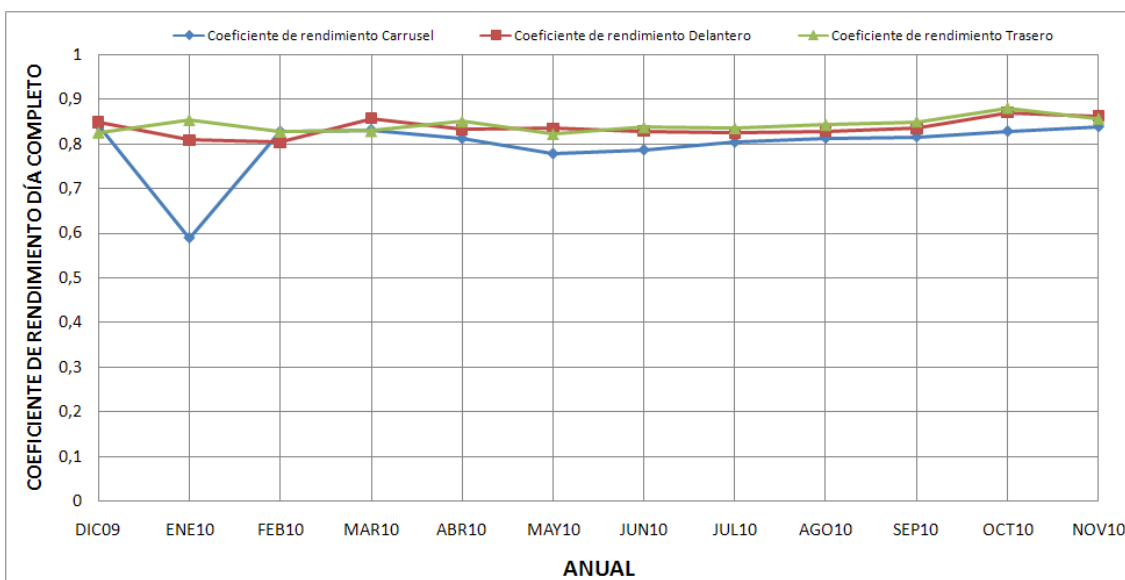


Figura 3.4: Evolución del coeficiente de rendimiento durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

En esta figura podemos apreciar que el coeficiente de rendimiento del sistema fijo es ligeramente superior al del seguidor fotovoltaico aunque los rangos de valores que se mueven ambos (0.80-0.85) entran dentro de lo normal para una placa fotovoltaica. Asimismo se puede apreciar como en enero de 2010, el coeficiente de rendimiento del seguidor fue anormalmente bajo, debido a las condiciones de mal tiempo y diferente localización del seguidor fotovoltaico respecto al sistema fijo.

*Medio día:*

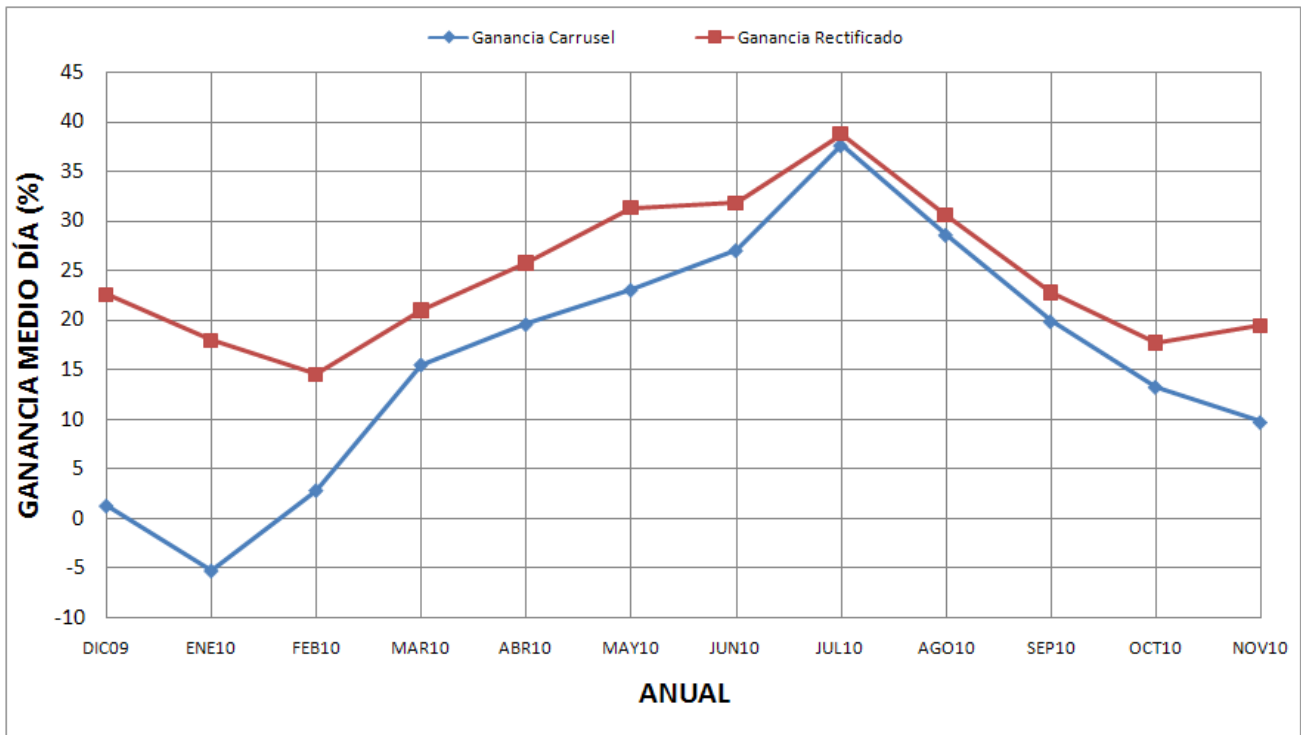


Figura 3.5: Evolución del porcentaje de ganancia durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

En esta figura podemos ver como los datos de medio día dan resultados similares a los datos obtenidos para el día completo (figura 3.1), aunque como ya se ha mencionado, la ganancia es ligeramente inferior.

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

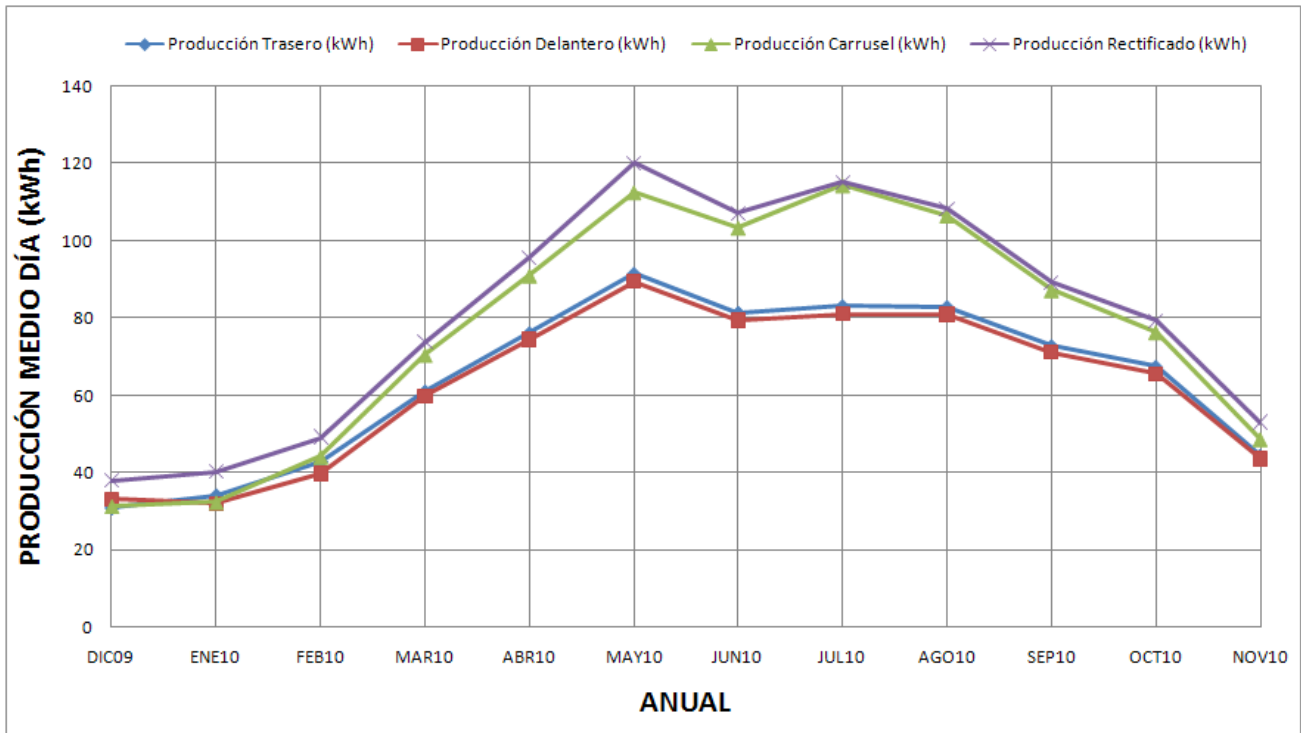


Figura 3.6: Evolución de la producción durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

Para que en esta figura se tenga una referencia correcta para comparar con la producción de día completo (figura 3.2), se ha multiplicado por dos los datos de producción para que los datos se refieran a un medio día “completo”.

Como ya pasó con los datos de ganancia, los datos de producción son peores comparados con los de día completo. El motivo para ambas situaciones probablemente sea debido a que uno de los principales problemas de sombras ajenas que hubo a la hora de recopilar los datos del seguidor fotovoltaico se producía durante las primeras horas del día.

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### DATOS MENSUALES:

Antes de exponer los datos, me gustaría hacer un inciso. Los datos de los meses estudiados, primero serán expuestas tanto las figuras como las tablas de cada mes para luego hacer un comentario general, ya que hay muchos meses similares entre sí y hablar de cada uno de ellos sería un tanto repetitivo.

#### DICIEMBRE 2009

*Día completo:*

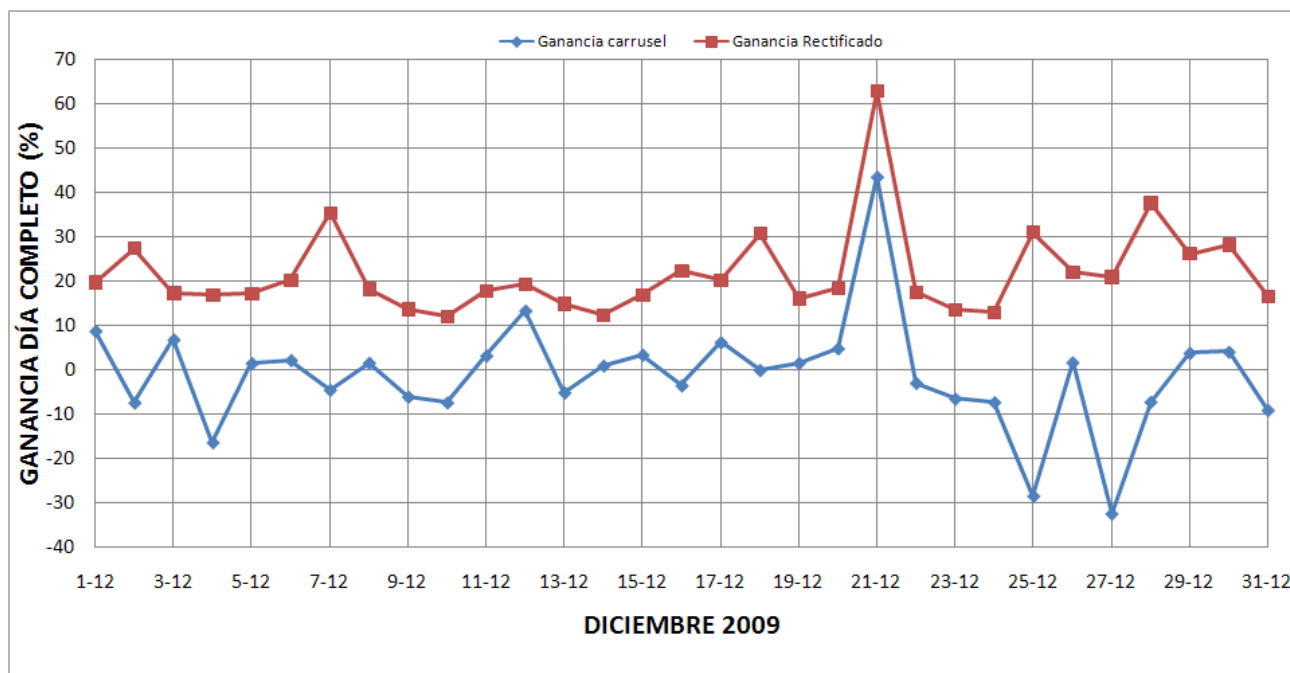


Figura 3.7: Evolución del porcentaje de ganancia durante diciembre 2009

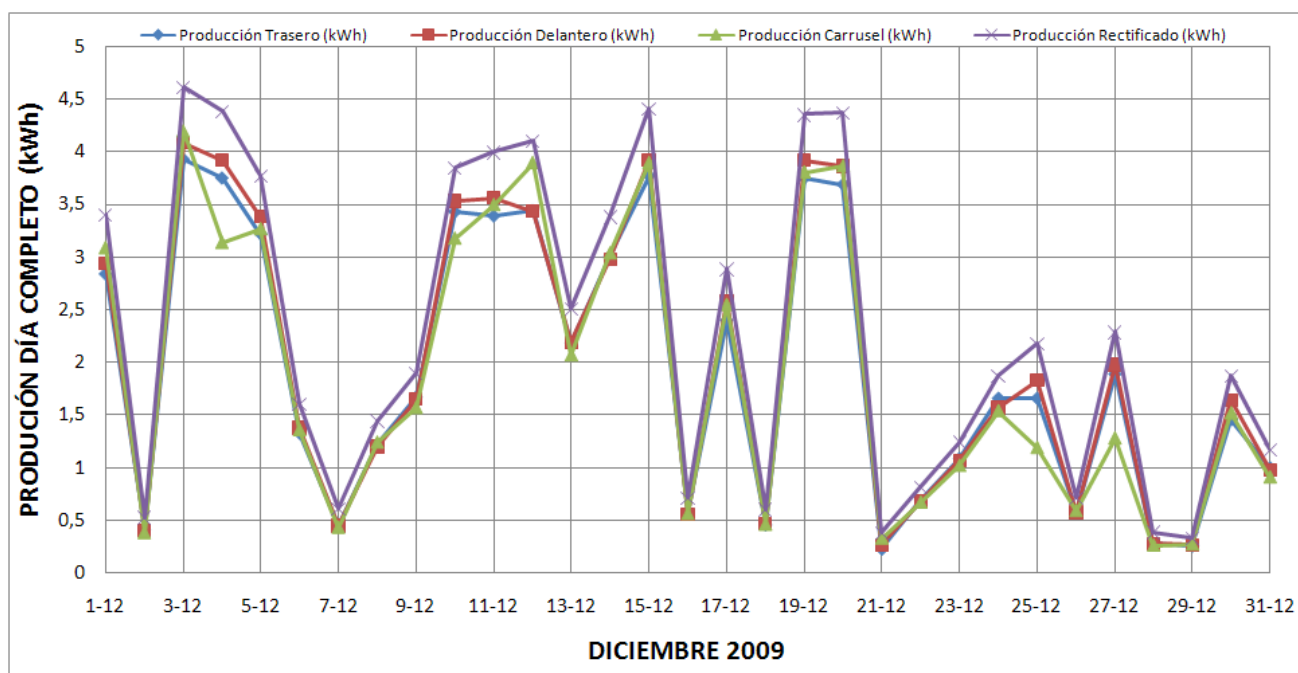


Figura 3.8: Evolución de la producción durante diciembre 2009

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

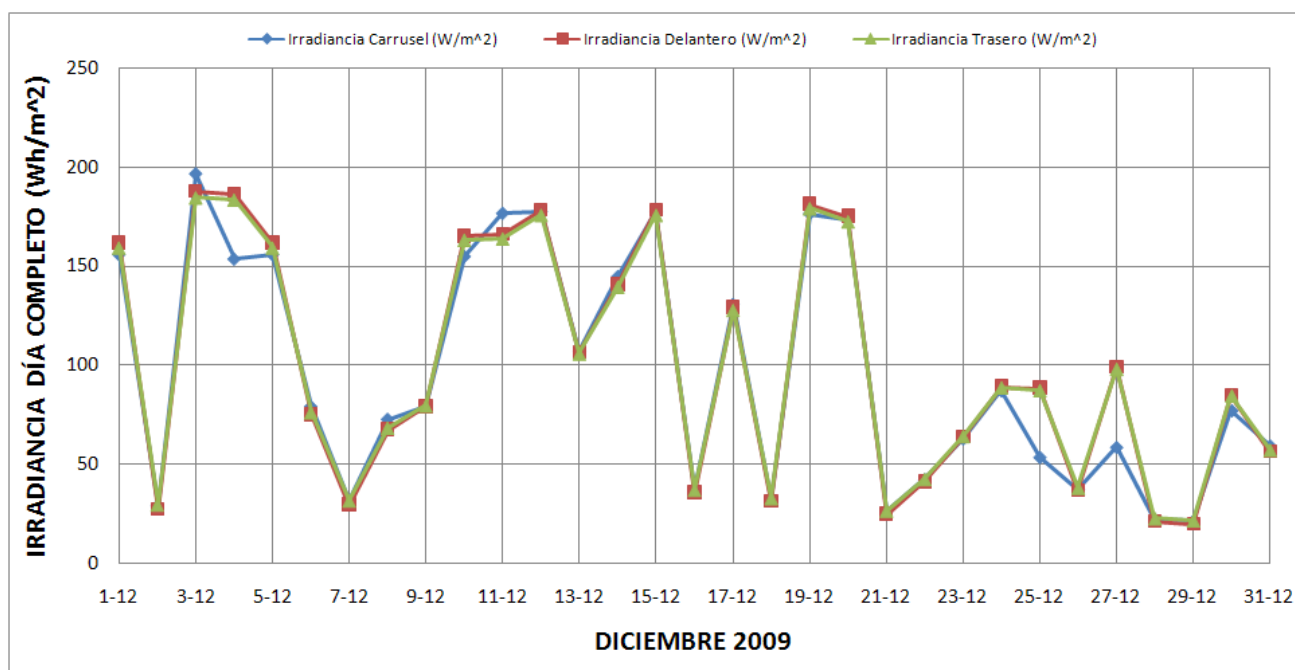


Figura 3.9: Evolución de la irradiancia durante diciembre 2009

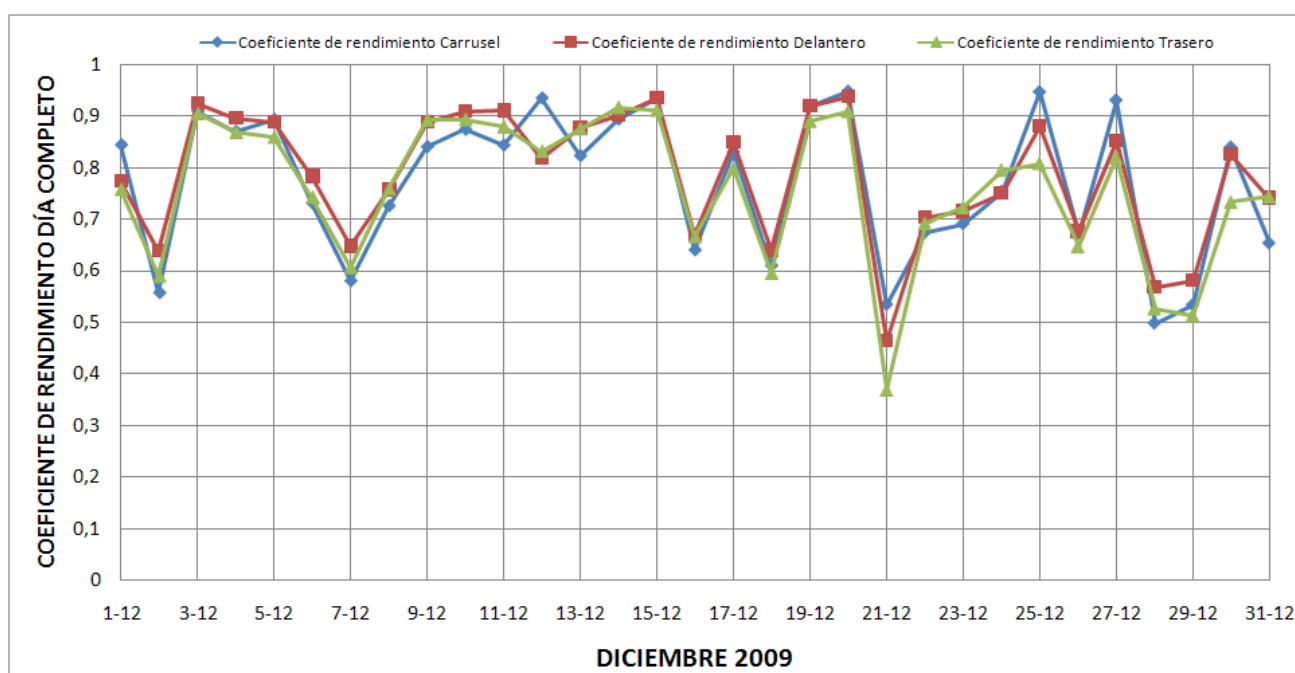


Figura 3.10: Evolución del coeficiente de rendimiento durante diciembre 2009

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

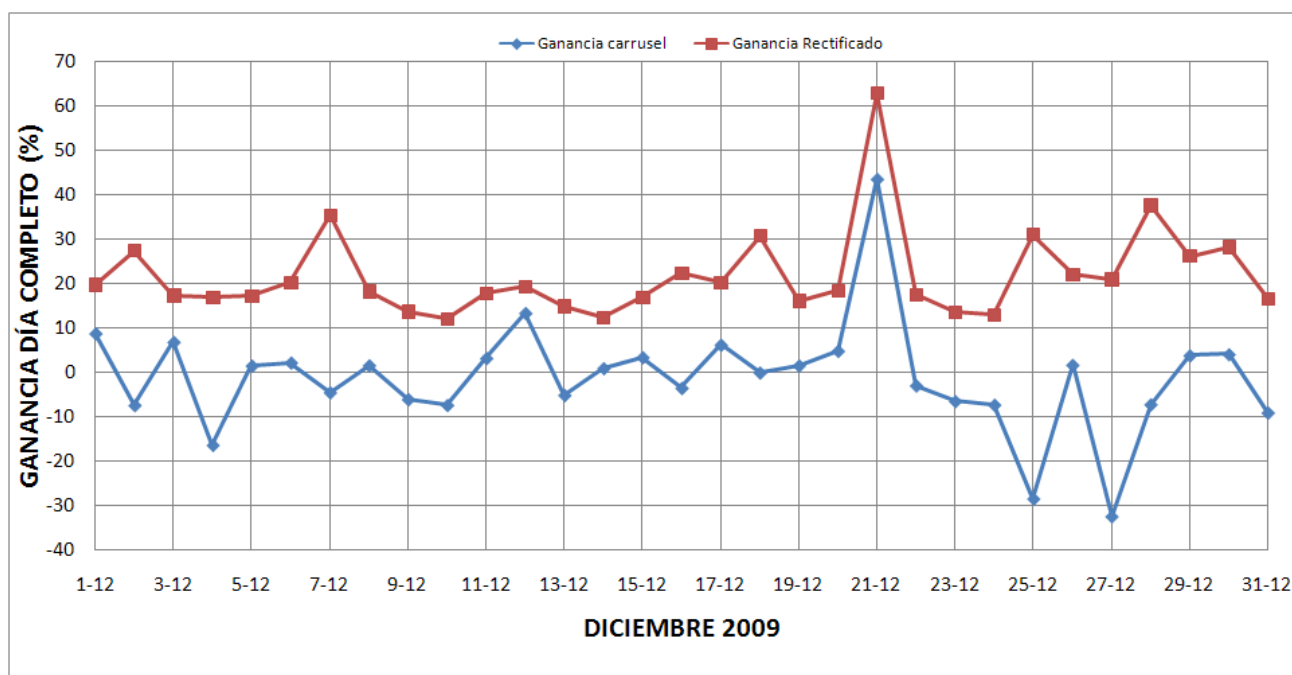


Figura 3.11: Evolución del porcentaje de ganancia durante diciembre 2009

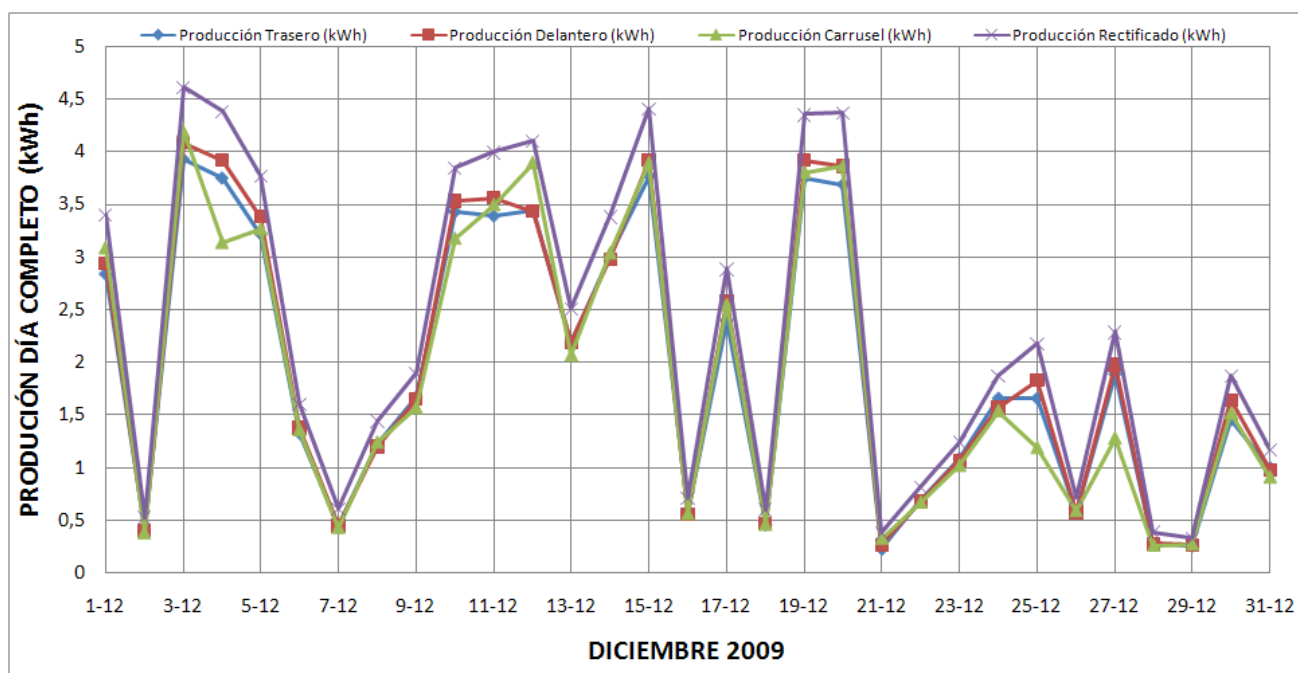


Figura 3.12: Evolución de la producción durante diciembre 2009



## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### ENERO 2010

Día completo:

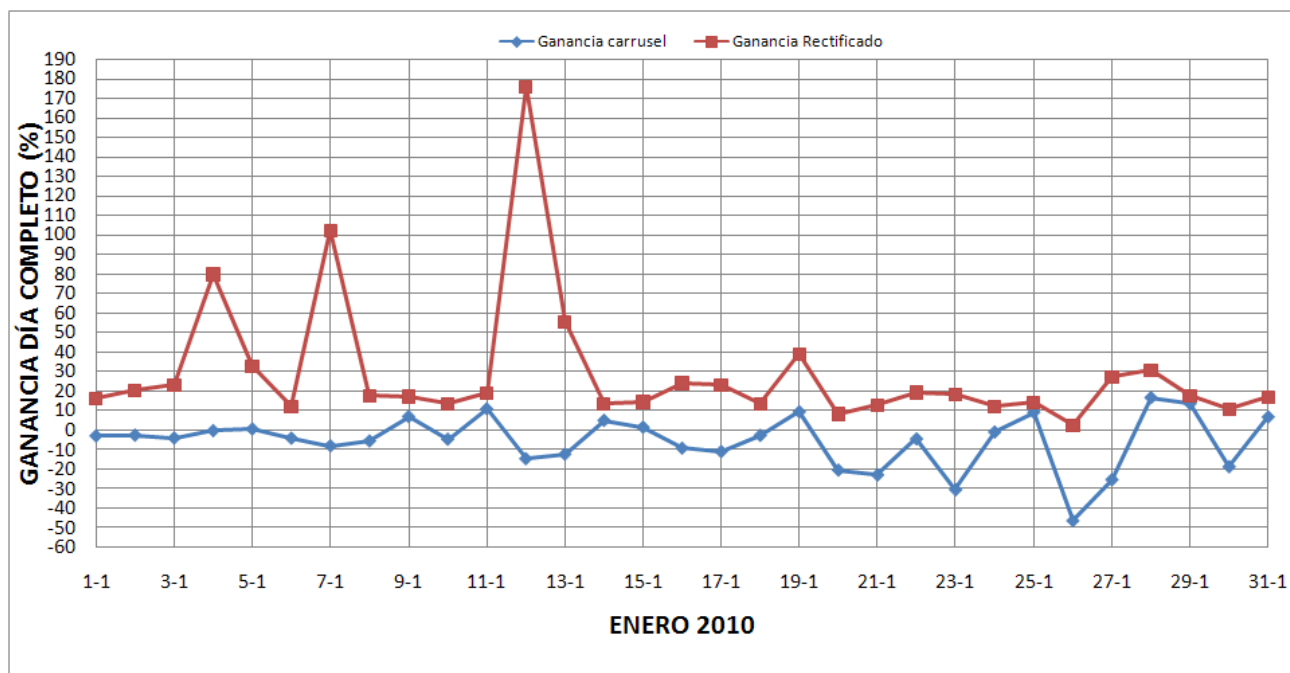


Figura 3.13: Evolución del porcentaje de ganancia durante enero 2010

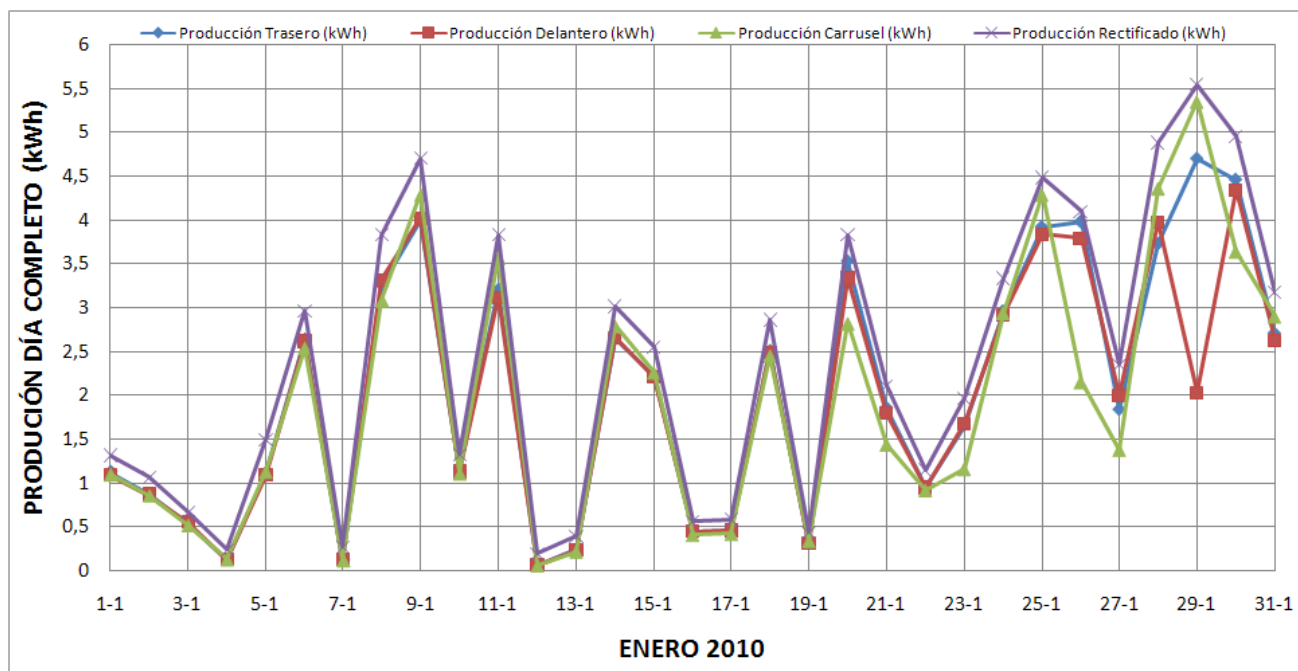


Figura 3.14: Evolución de la producción durante enero 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

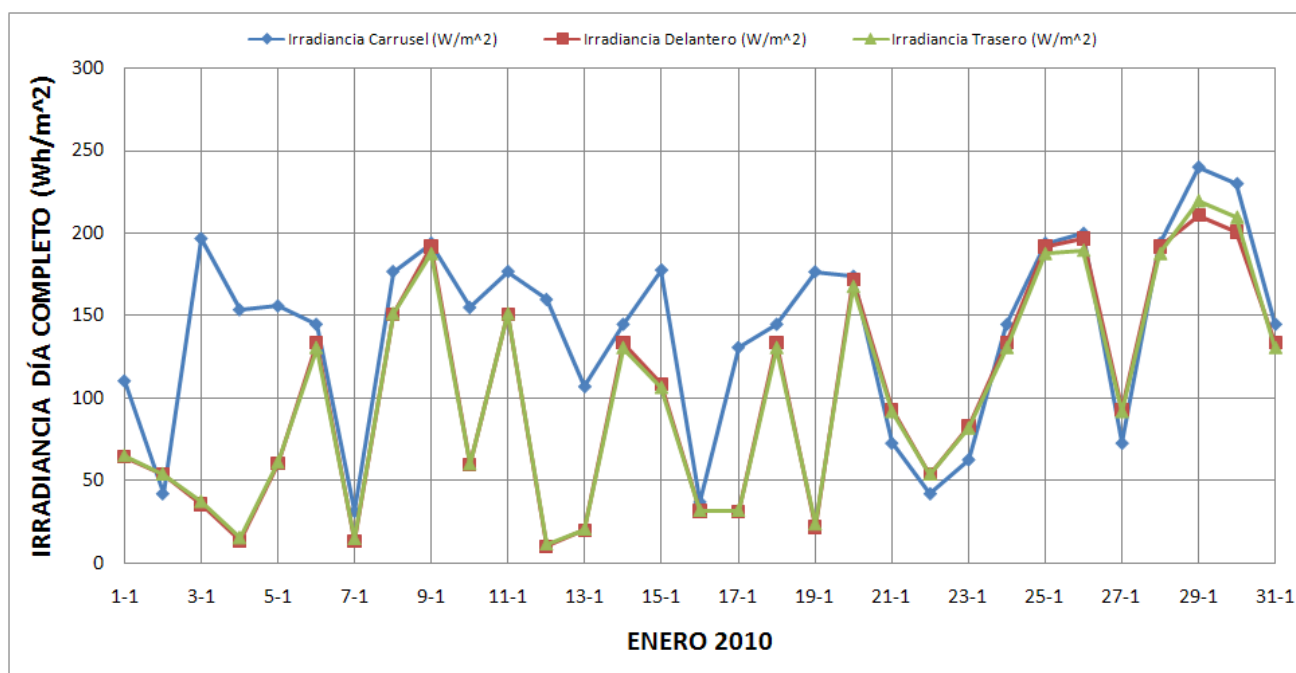


Figura 3.15: Evolución de la irradiancia durante enero 2010

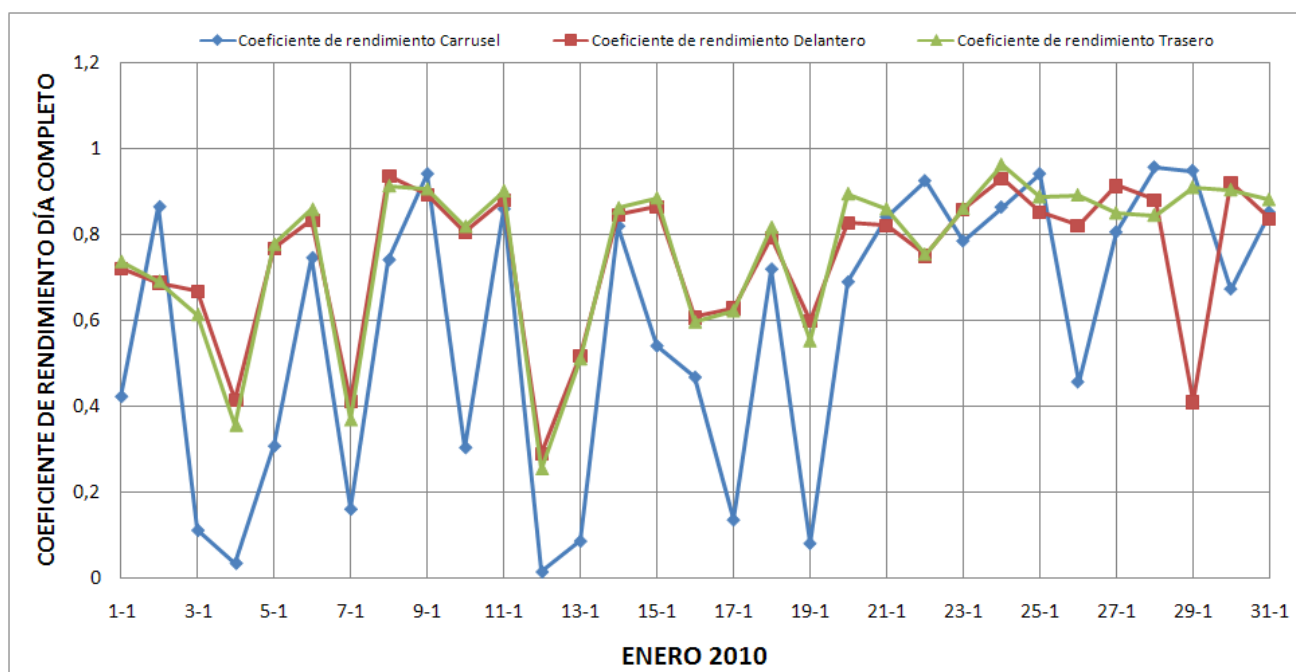


Figura 3.16: Evolución del coeficiente de rendimiento durante enero 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

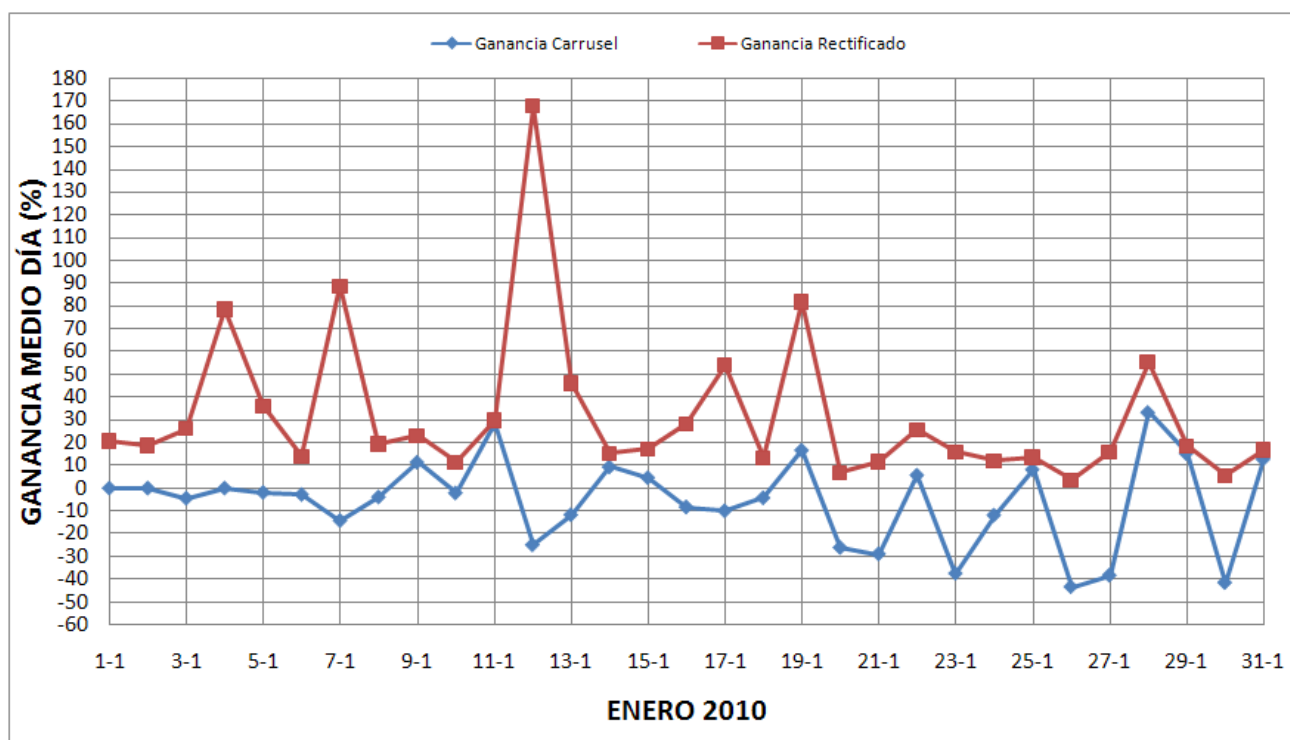


Figura 3.17: Evolución del porcentaje de ganancia durante enero 2010

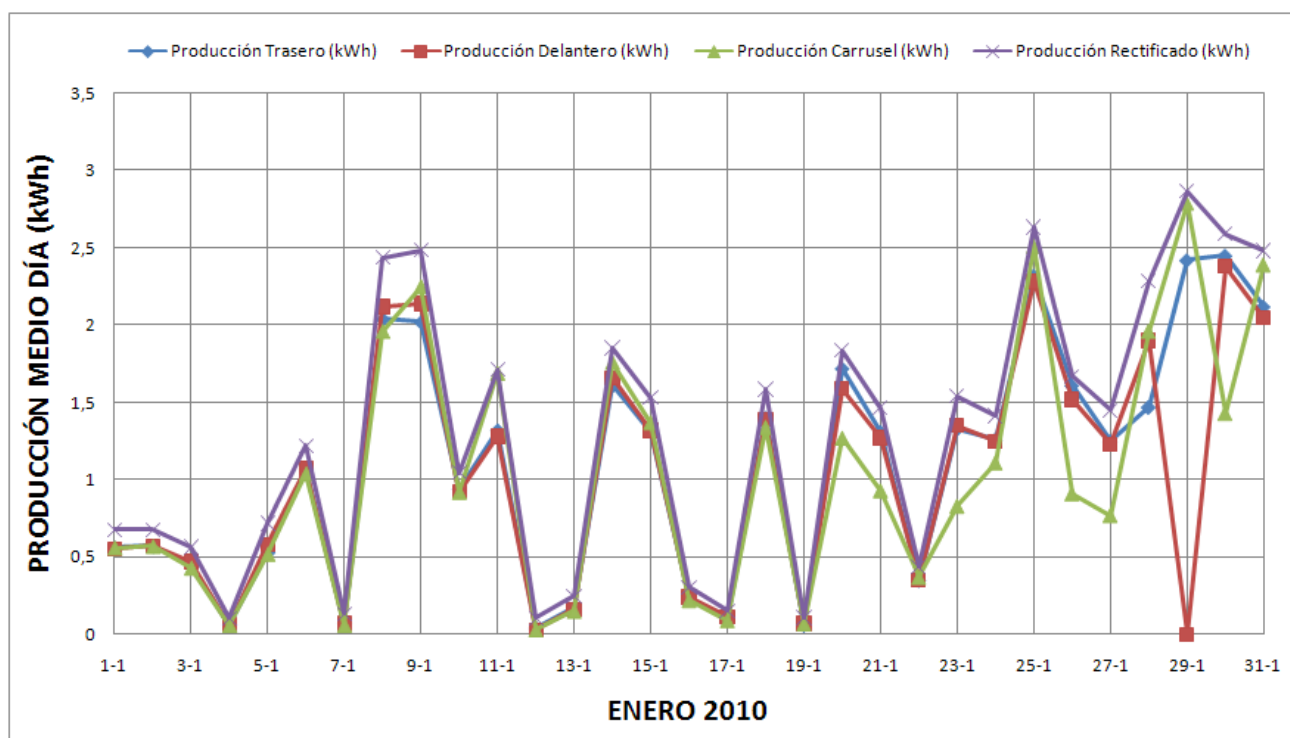


Figura 3.18: Evolución de la producción durante enero 2010

## FEBRERO 2010

Día completo:

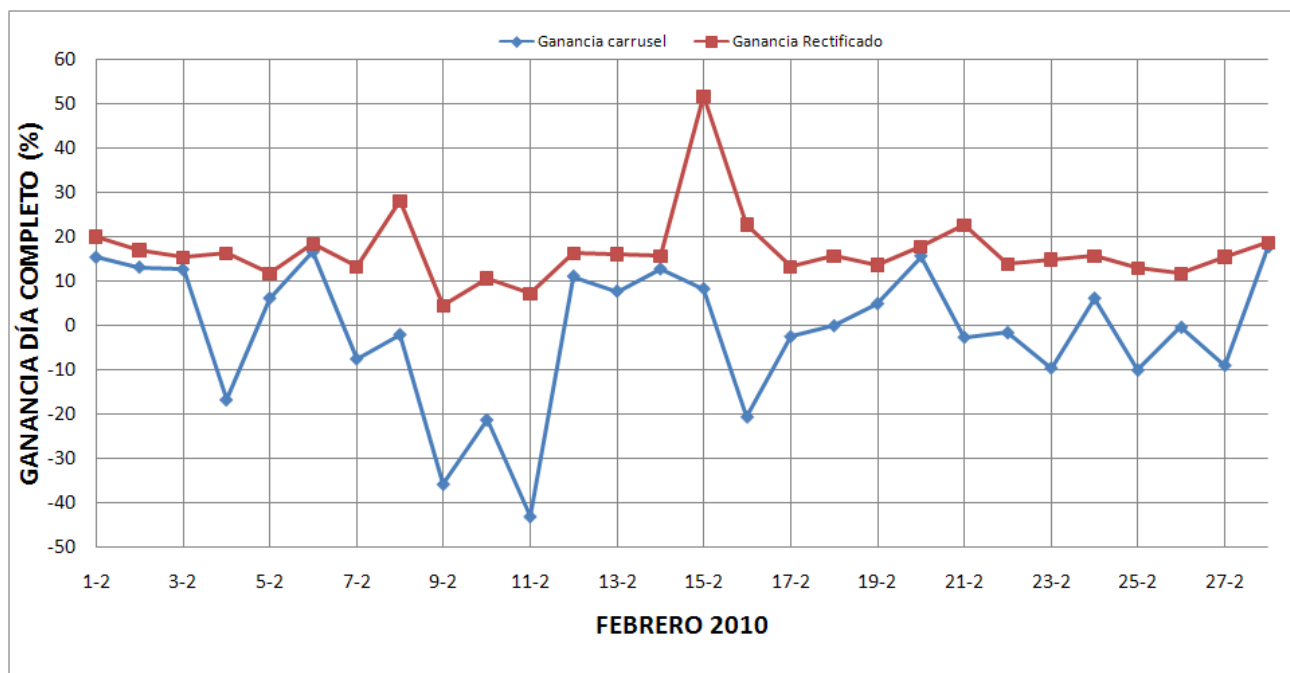


Figura 3.19: Evolución del porcentaje de ganancia durante febrero 2010

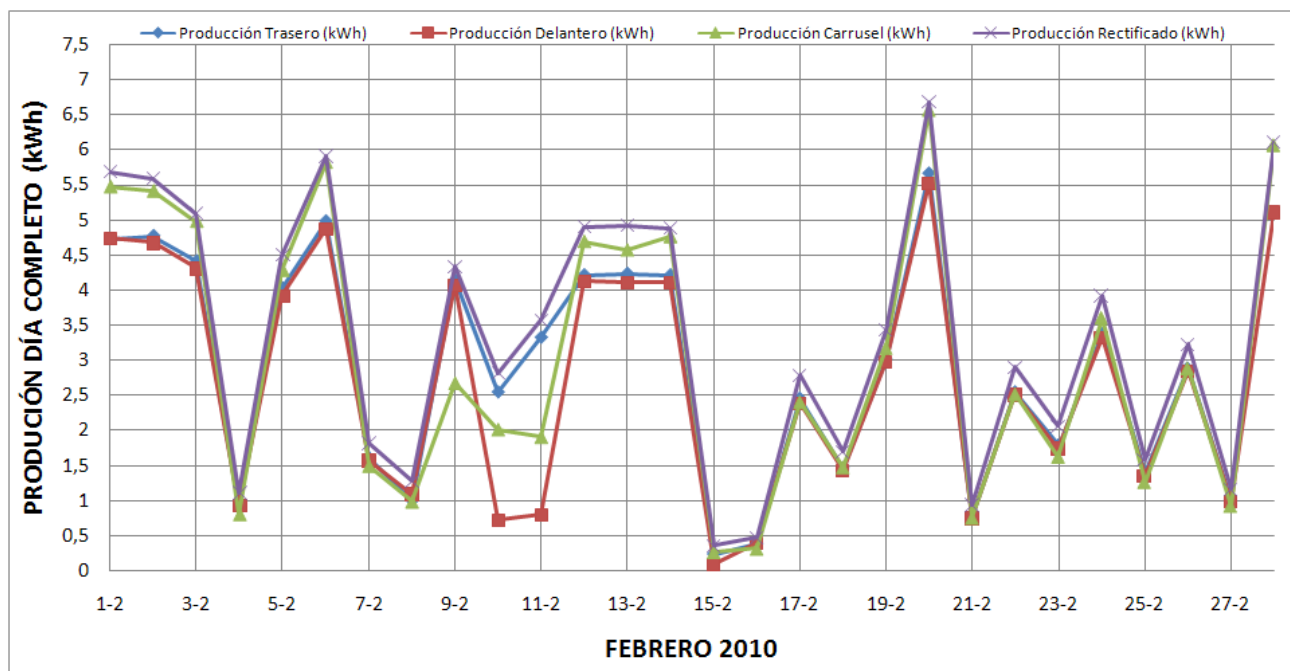


Figura 3.20: Evolución de la producción durante febrero 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

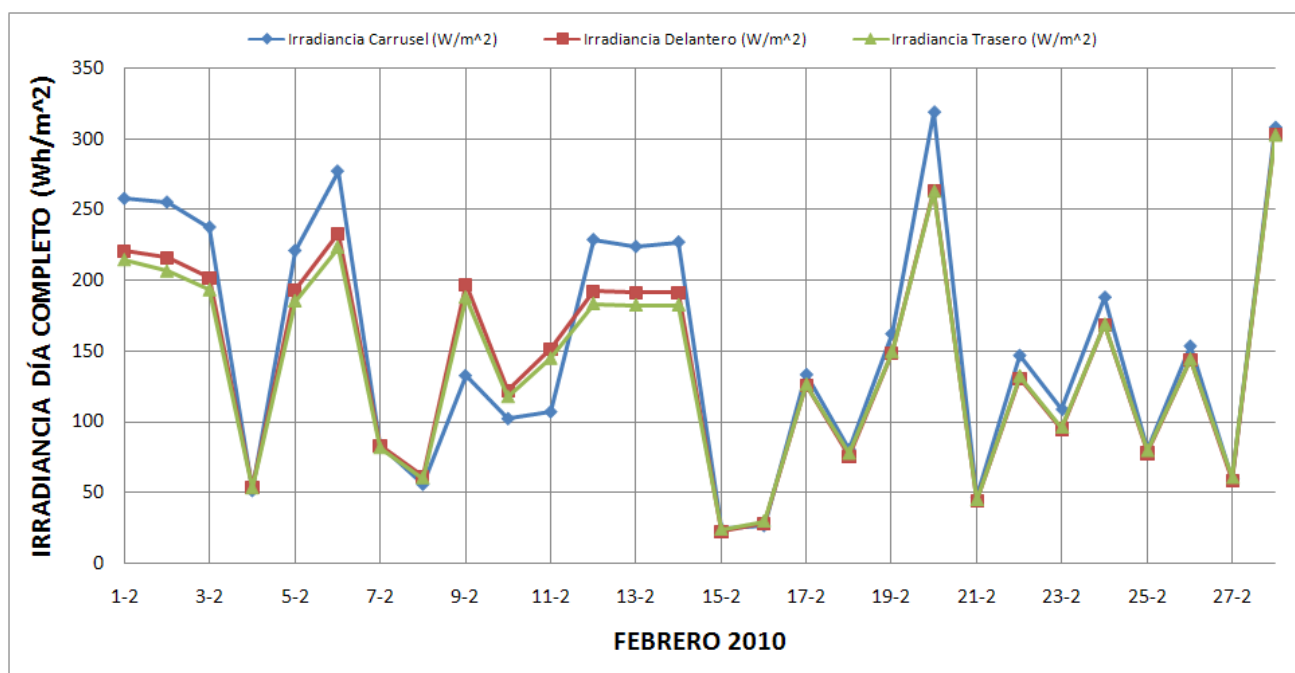


Figura 3.21: Evolución de la irradiancia durante febrero 2010

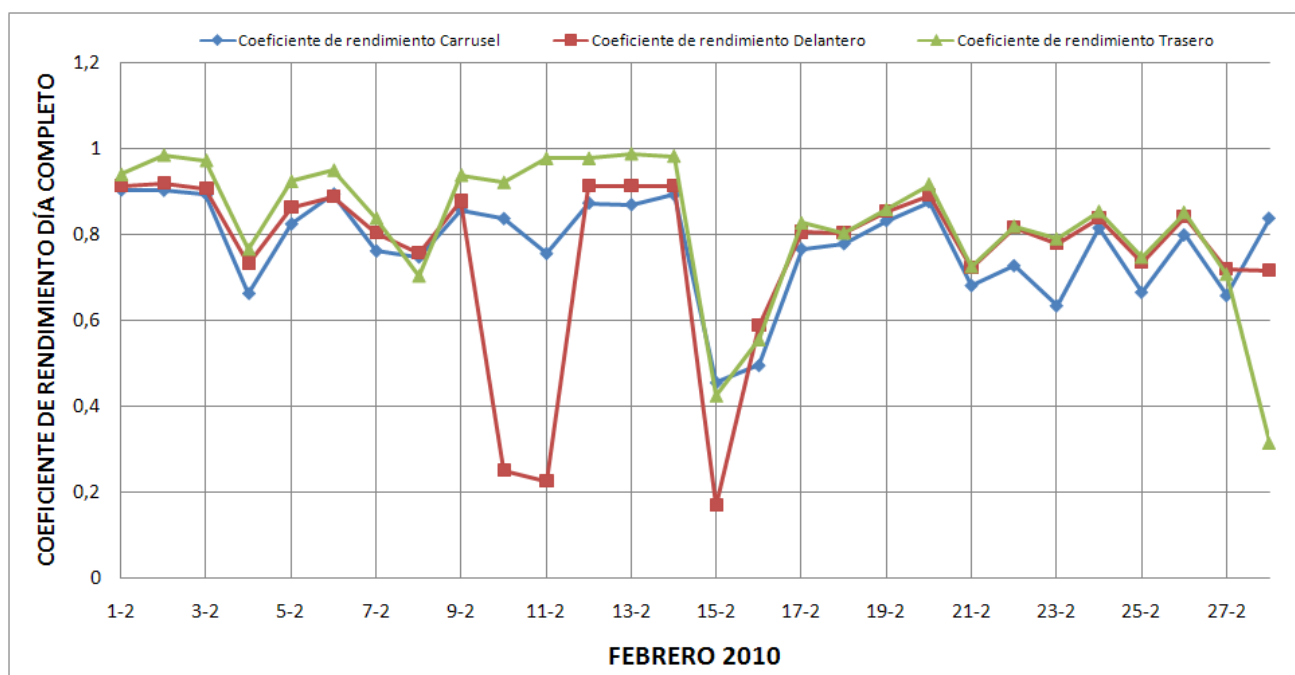


Figura 3.22: Evolución del coeficiente de rendimiento durante febrero 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

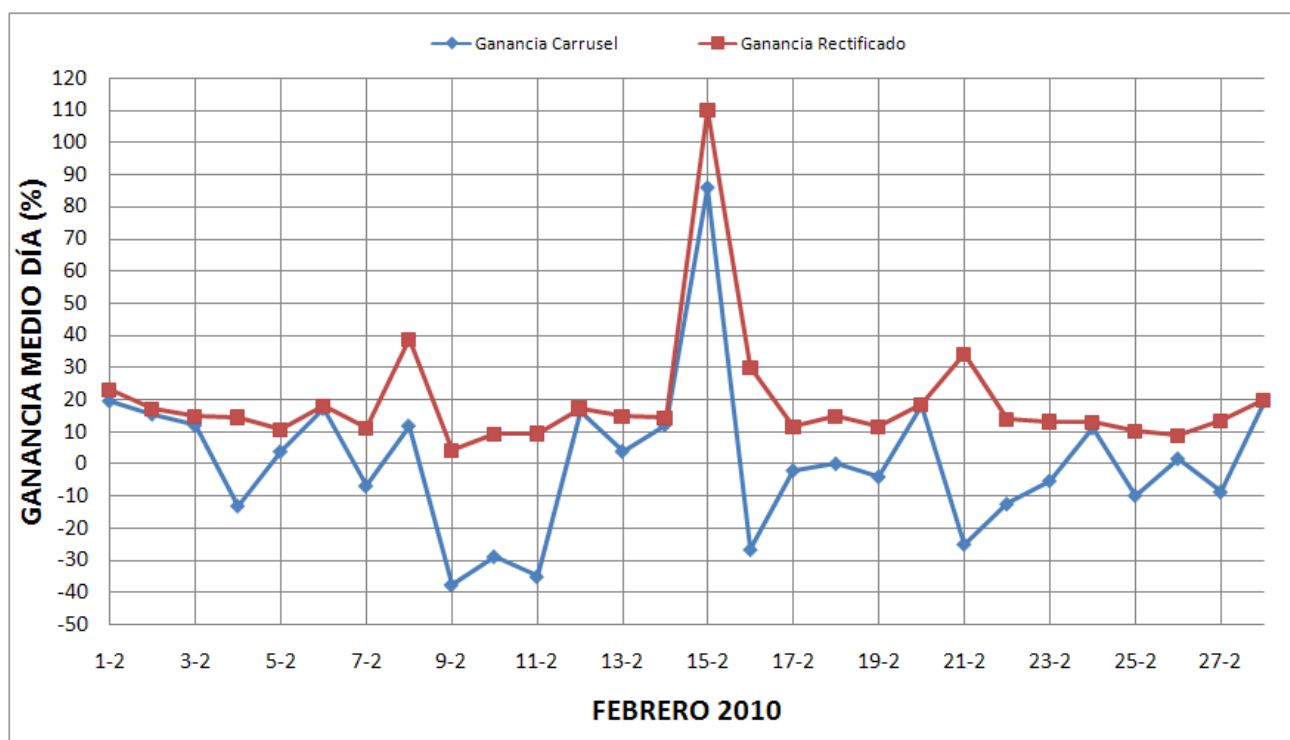


Figura 3.23: Evolución del porcentaje de ganancia durante febrero 2010

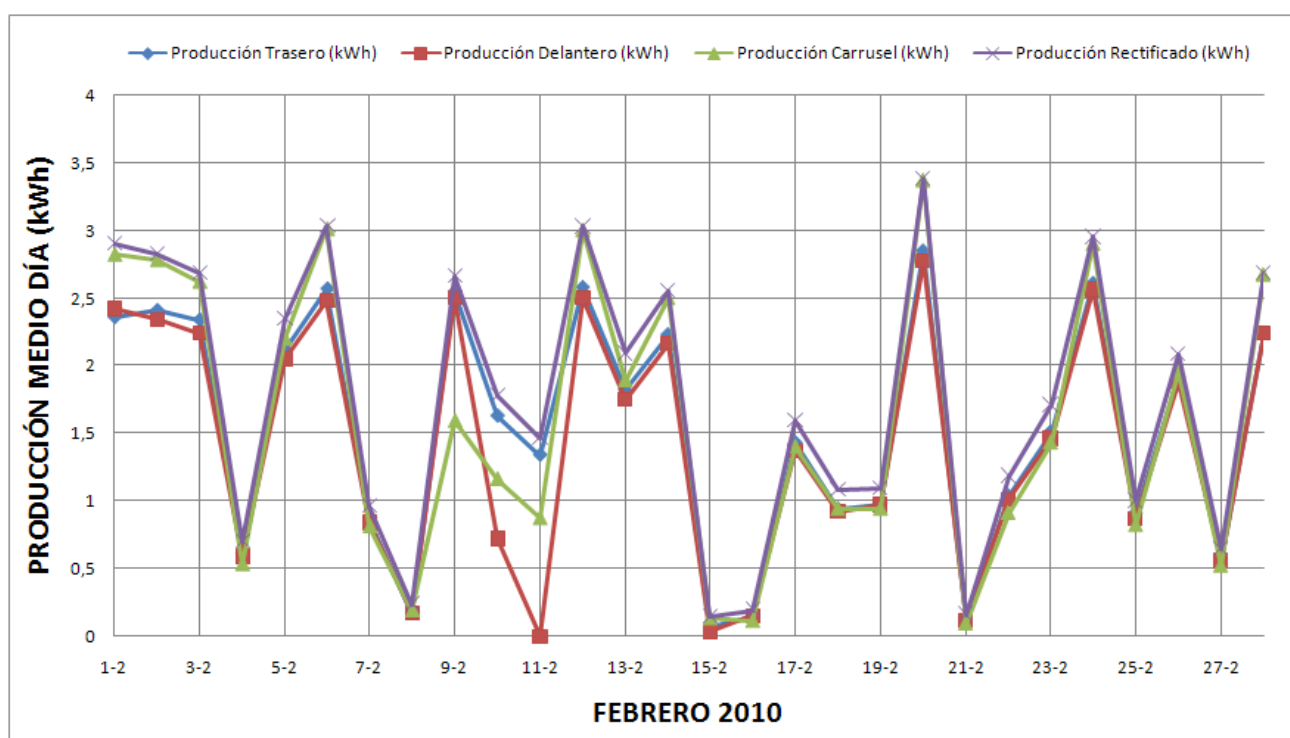


Figura 3.24: Evolución de la producción durante febrero 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### MARZO 2010

Día completo:

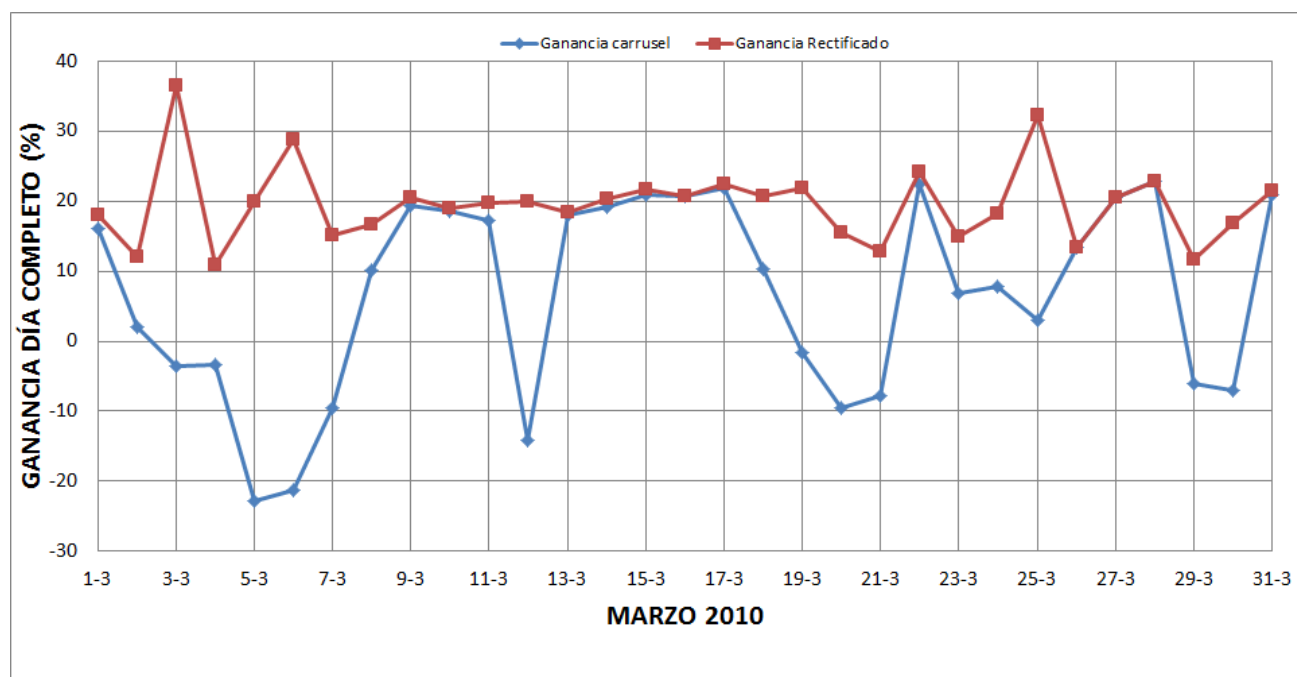


Figura 3.25: Evolución del porcentaje de ganancia durante marzo 2010

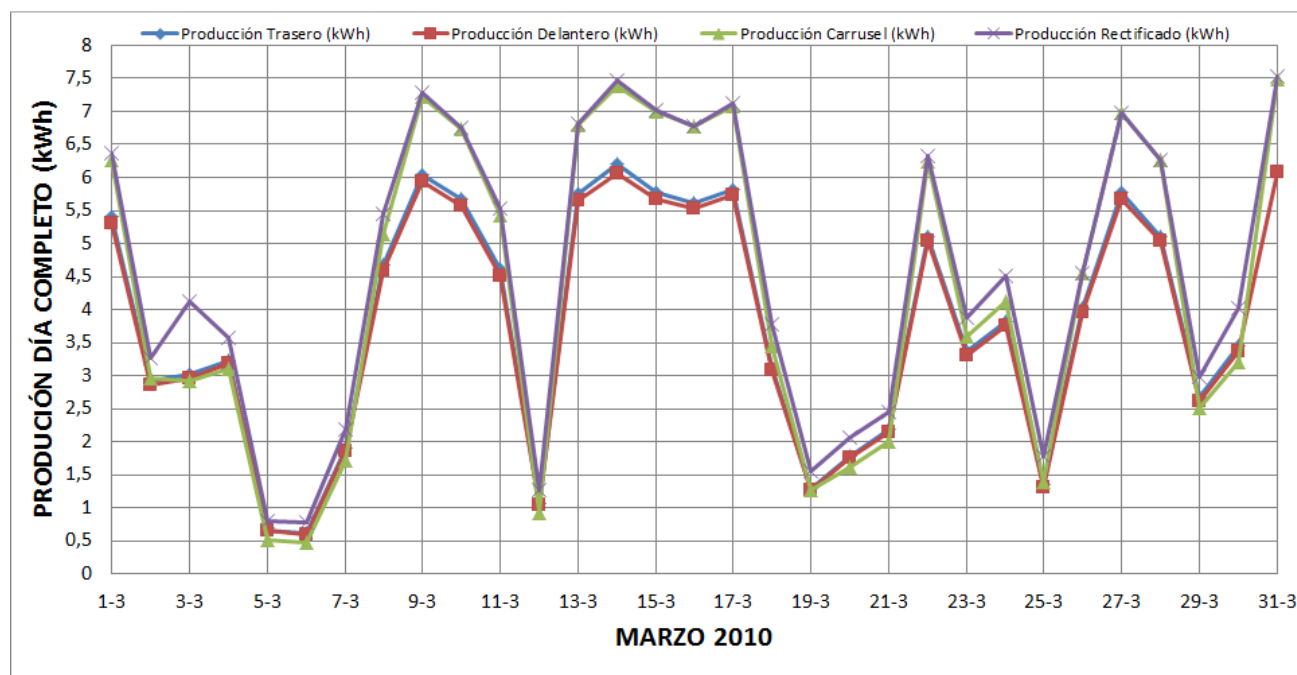


Figura 3.26: Evolución de la producción durante marzo 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

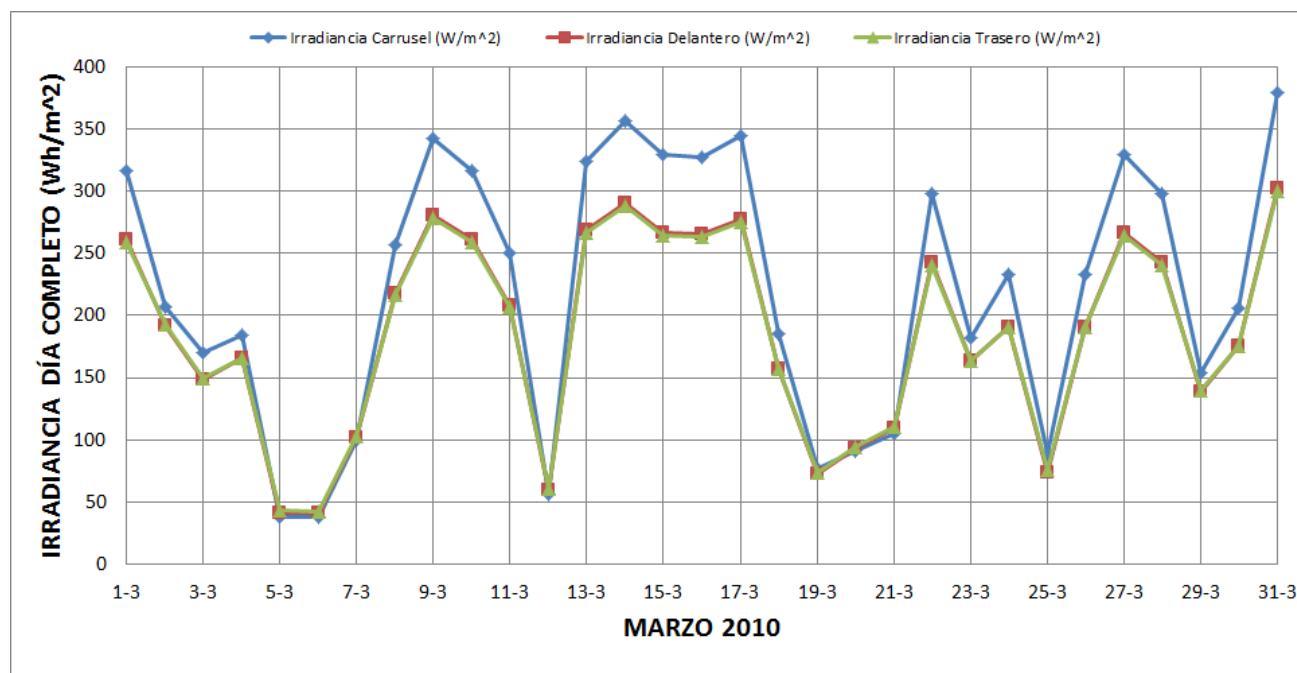


Figura 3.27: Evolución de la irradiancia durante marzo 2010

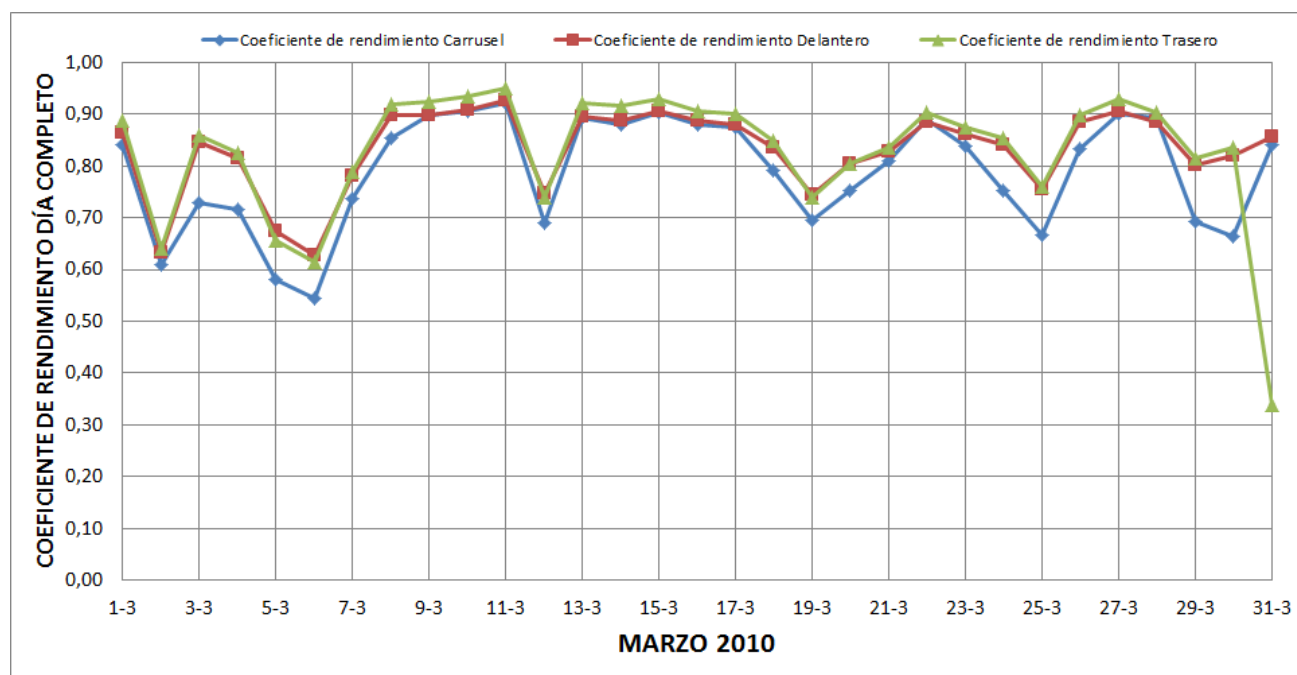


Figura 3.28: Evolución del coeficiente de rendimiento durante marzo 2010



### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

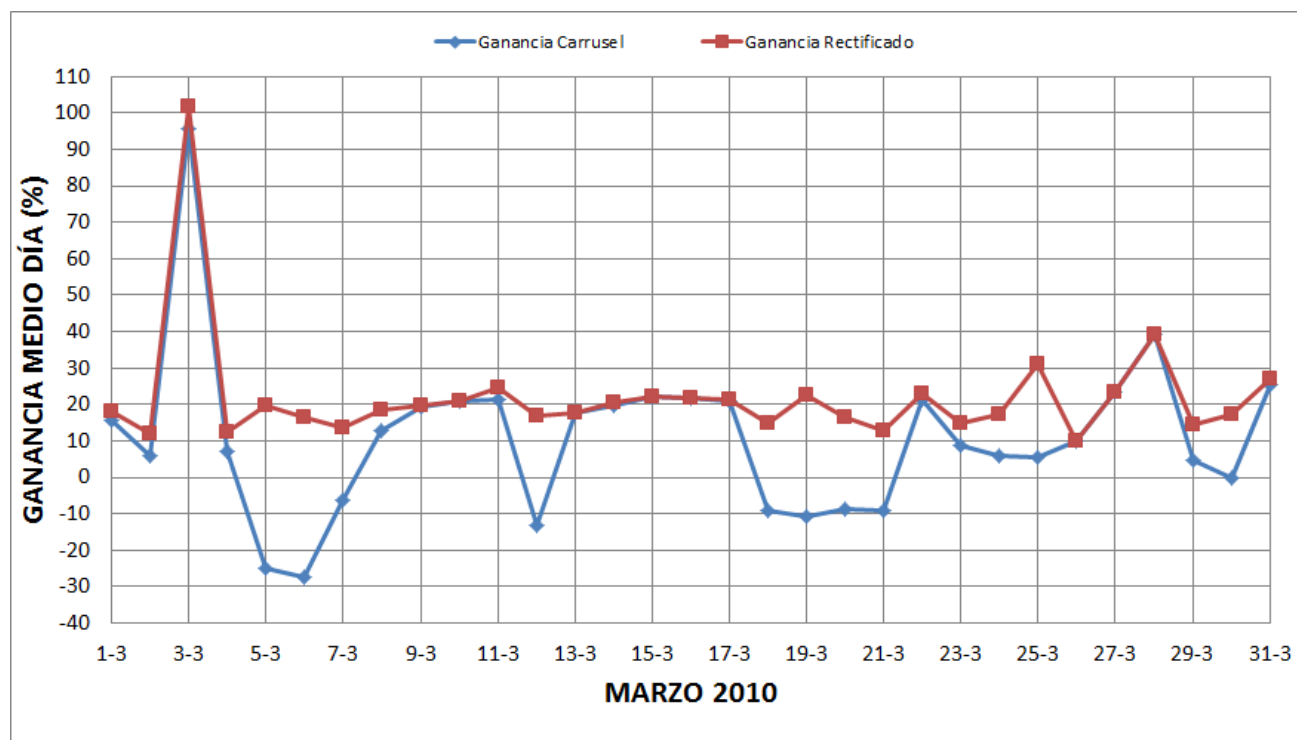


Figura 3.29: Evolución del porcentaje de ganancia durante marzo 2010

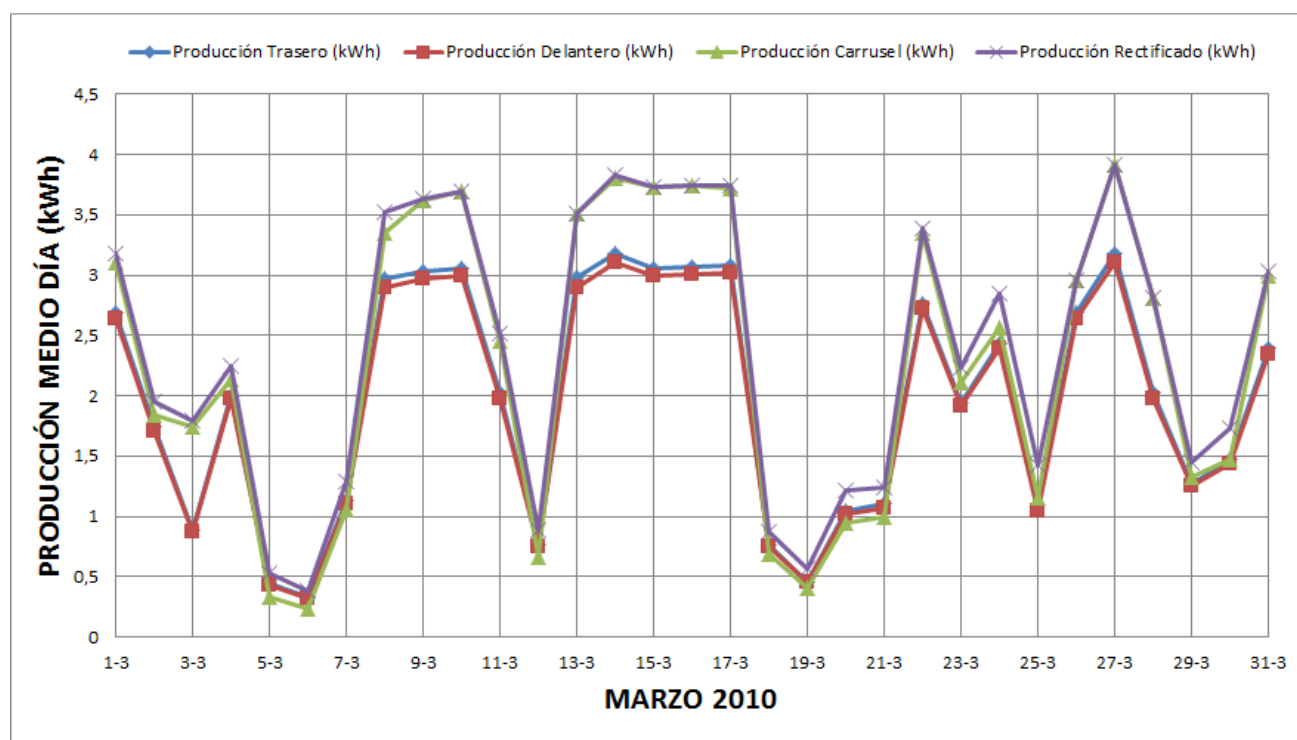


Figura 3.30: Evolución de la producción durante marzo 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### ABRIL 2010

Día completo:

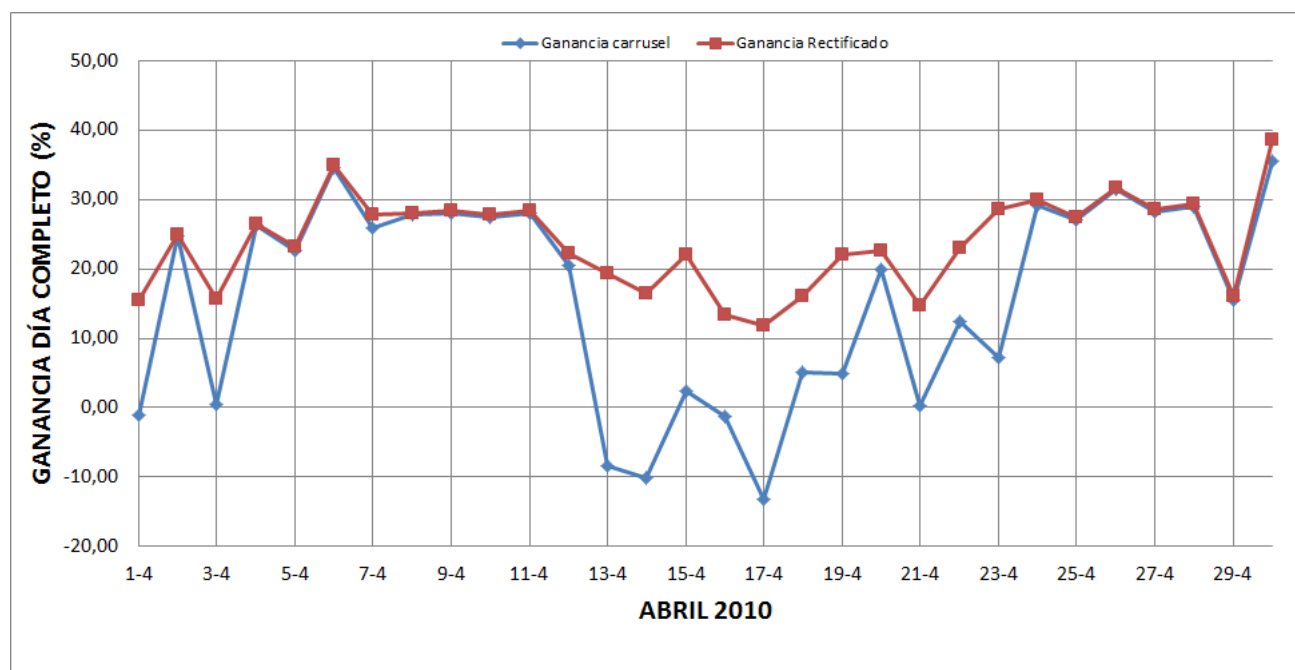


Figura 3.31: Evolución del porcentaje de ganancia durante abril 2010

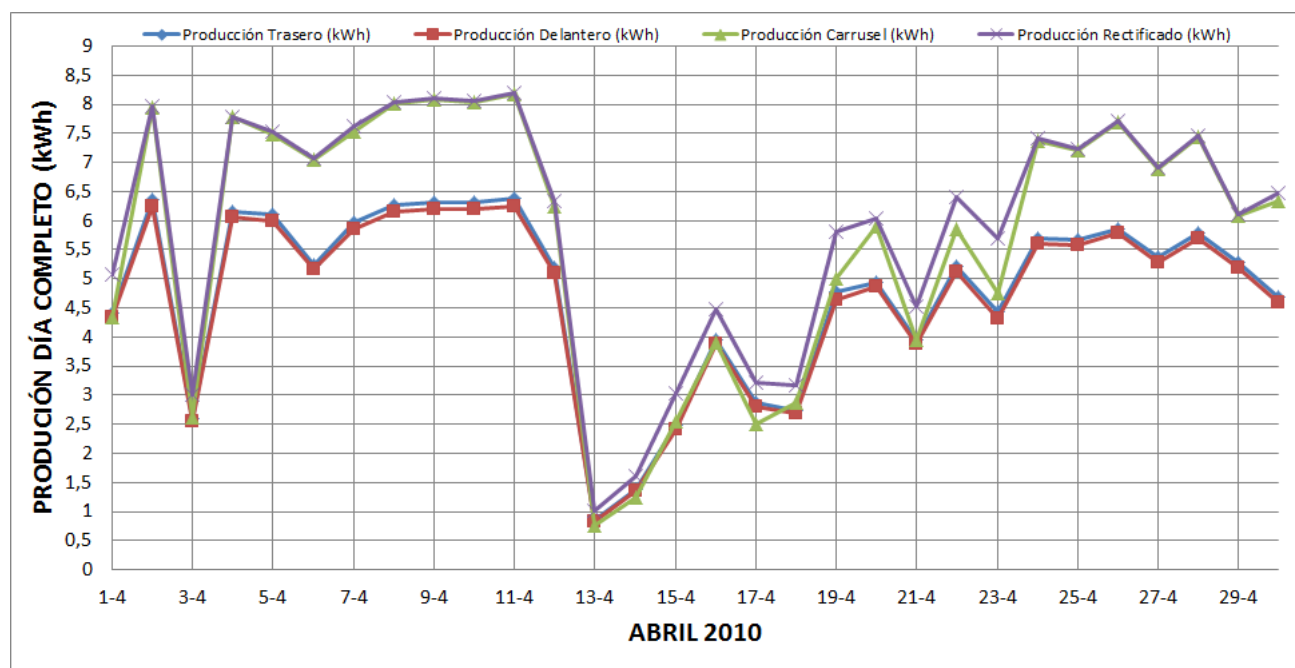


Figura 3.32: Evolución de la producción durante abril 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

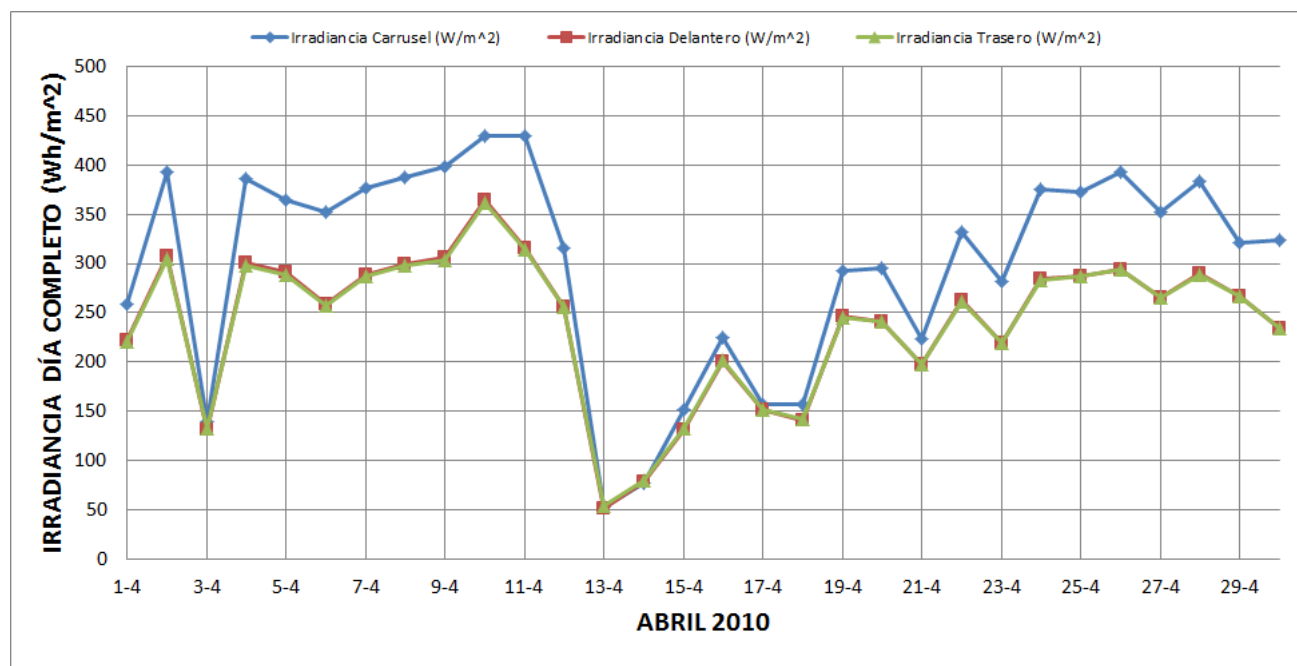


Figura 3.33: Evolución de la irradiancia durante abril 2010

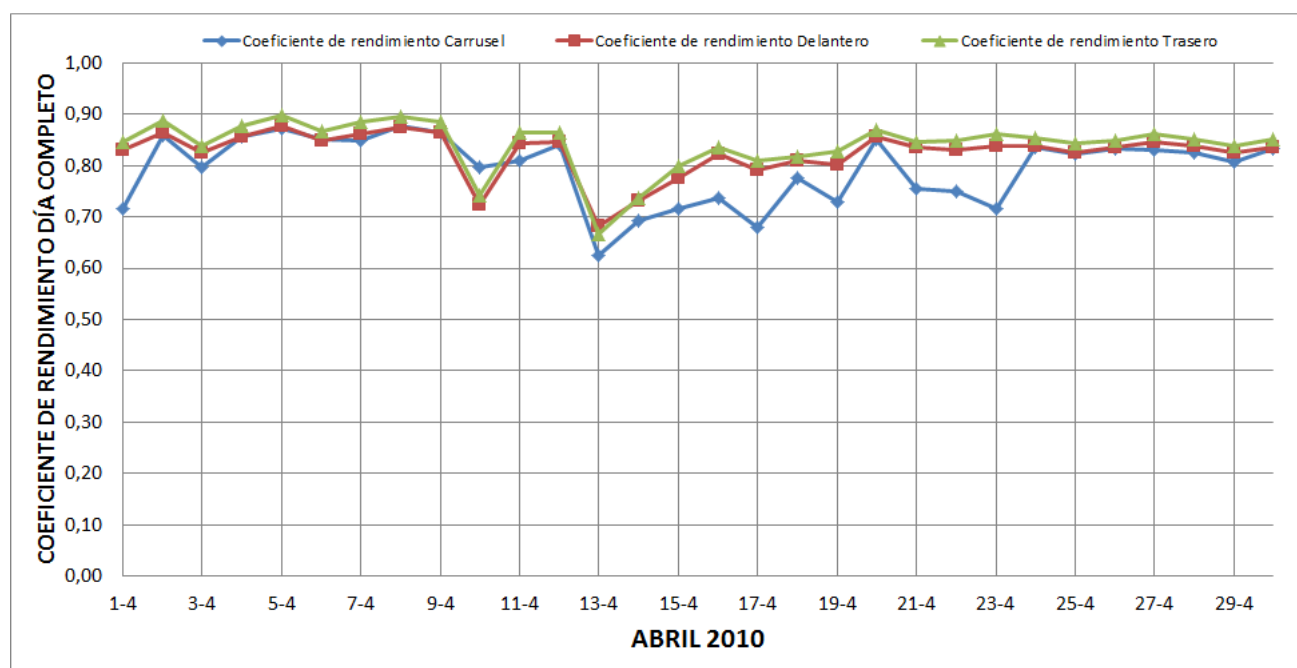


Figura 3.34: Evolución del coeficiente de rendimiento durante abril 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

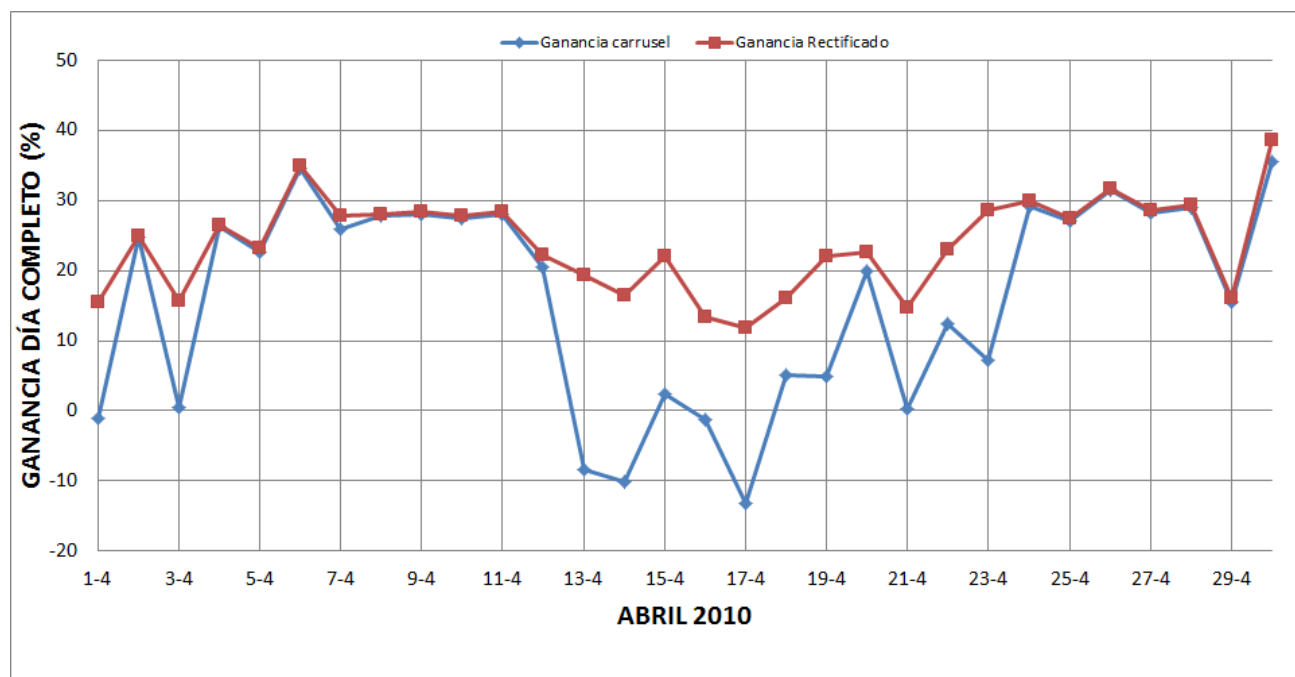


Figura 3.35: Evolución del porcentaje de ganancia durante abril 2010

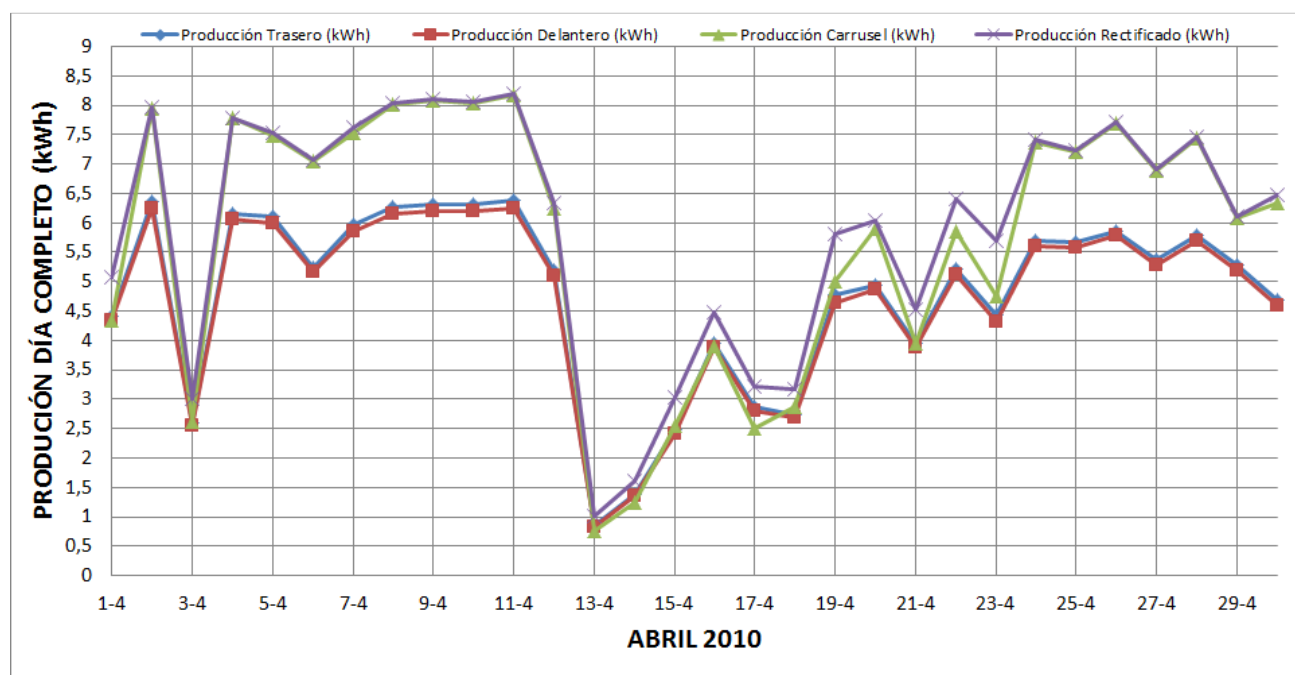


Figura 3.36: Evolución de la producción durante abril 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

MAYO 2010

Día completo:

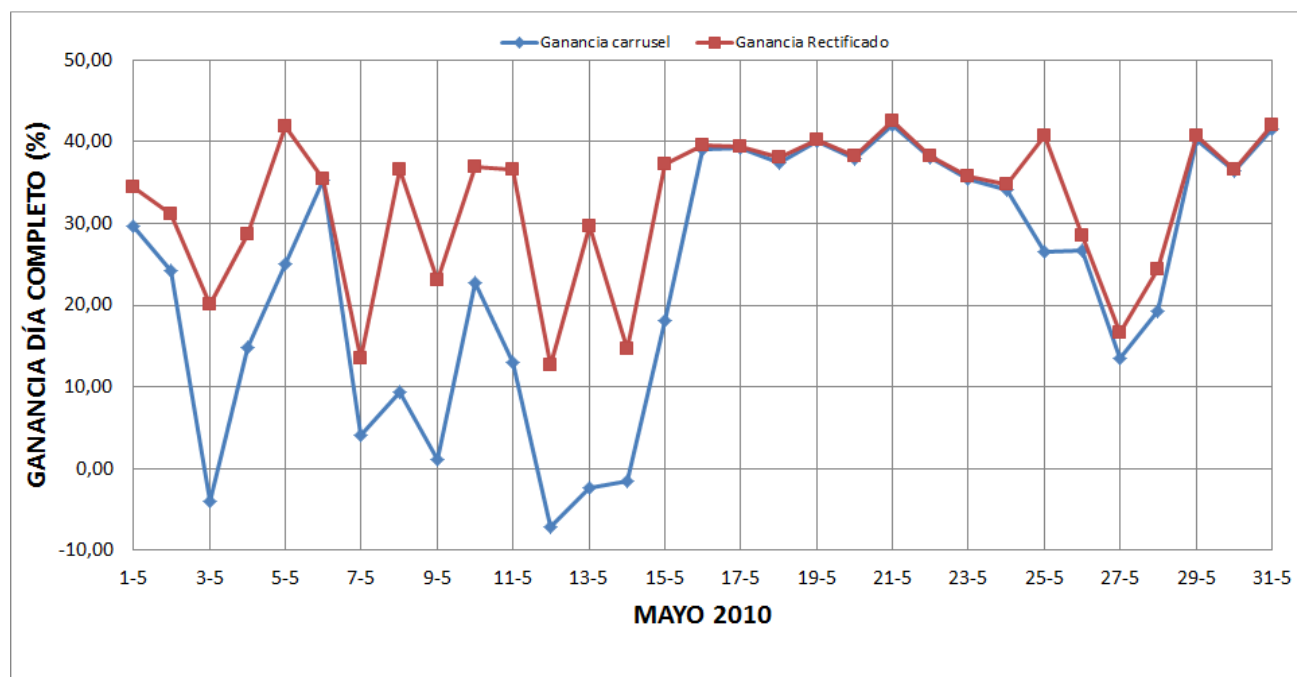


Figura 3.37: Evolución del porcentaje de ganancia durante mayo 2010

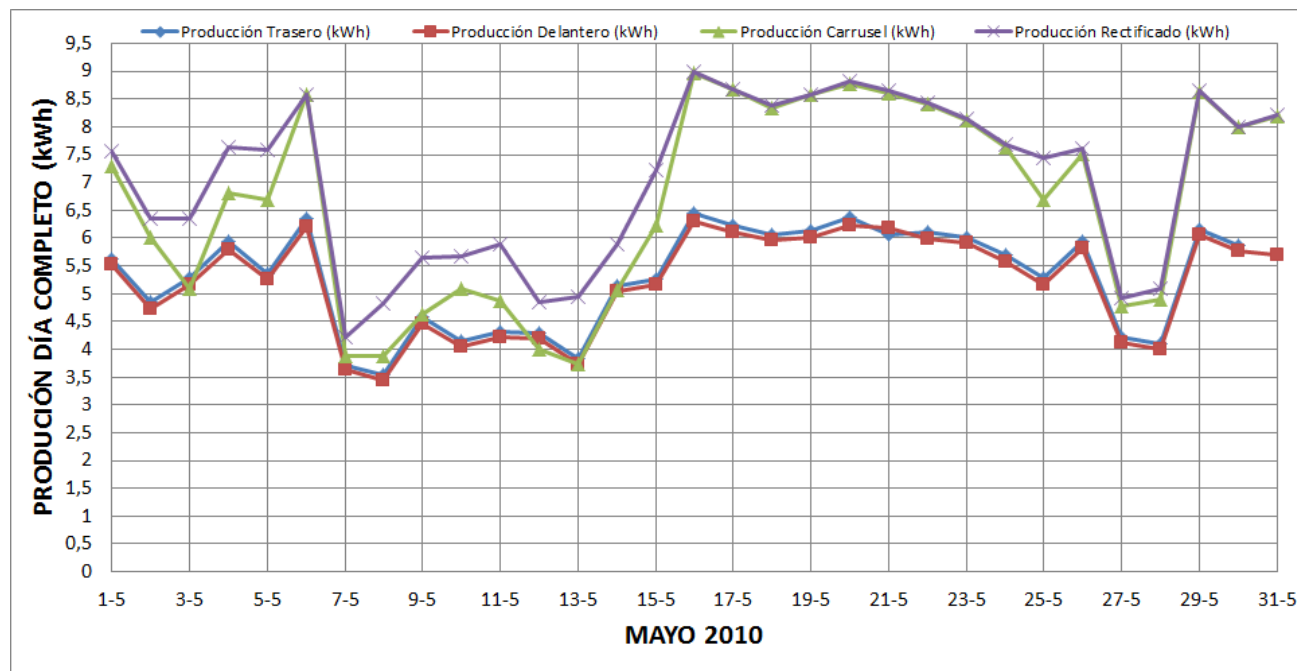


Figura 3.38: Evolución de la producción durante mayo 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

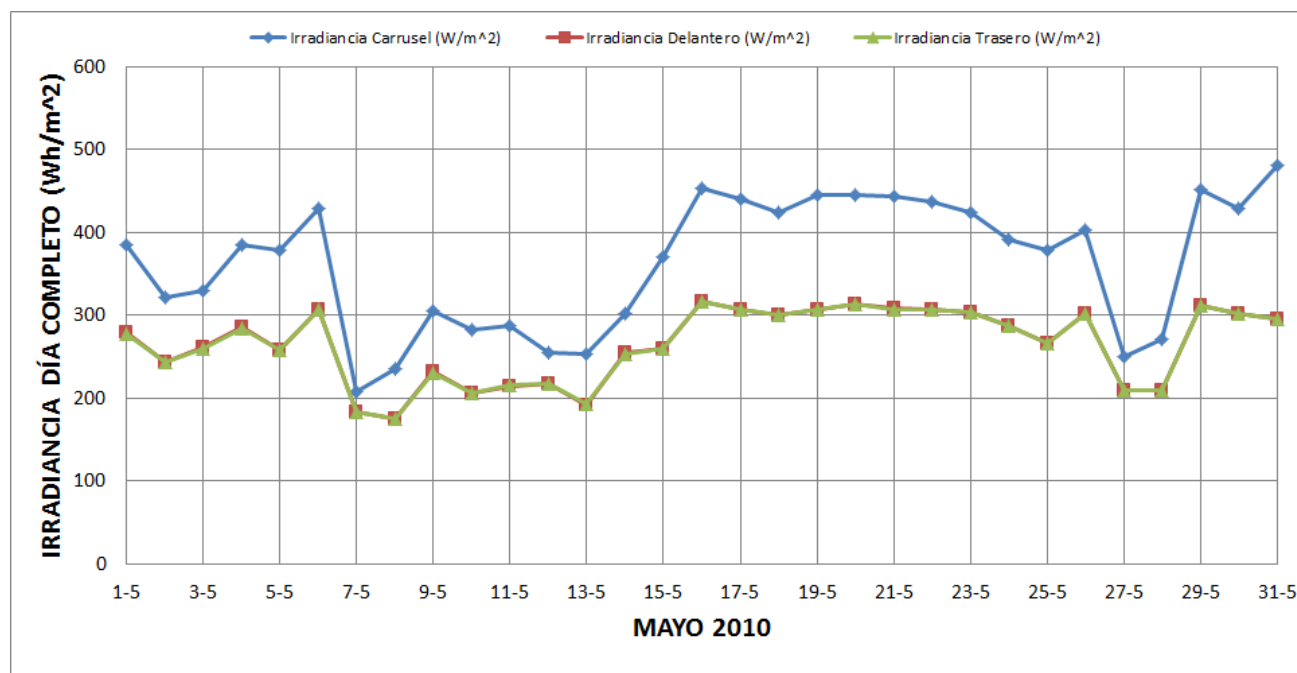


Figura 3.39: Evolución de la irradiancia durante mayo 2010

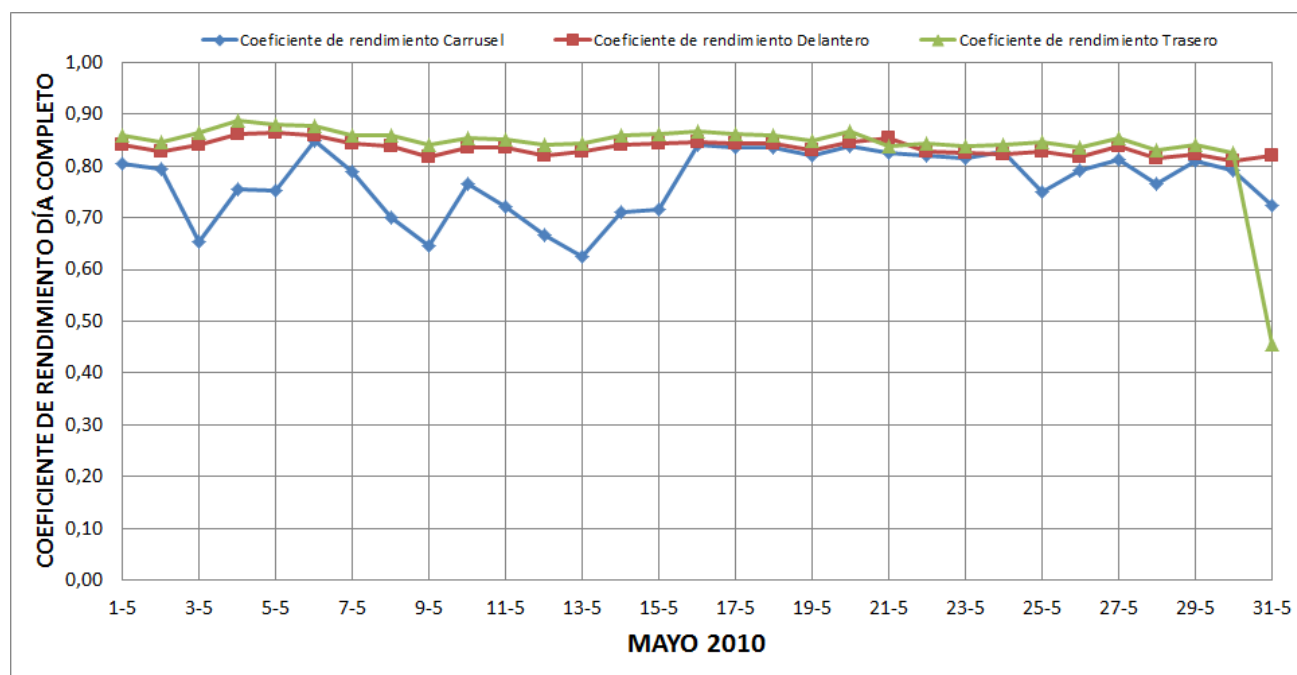


Figura 3.40: Evolución del coeficiente de rendimiento durante mayo 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

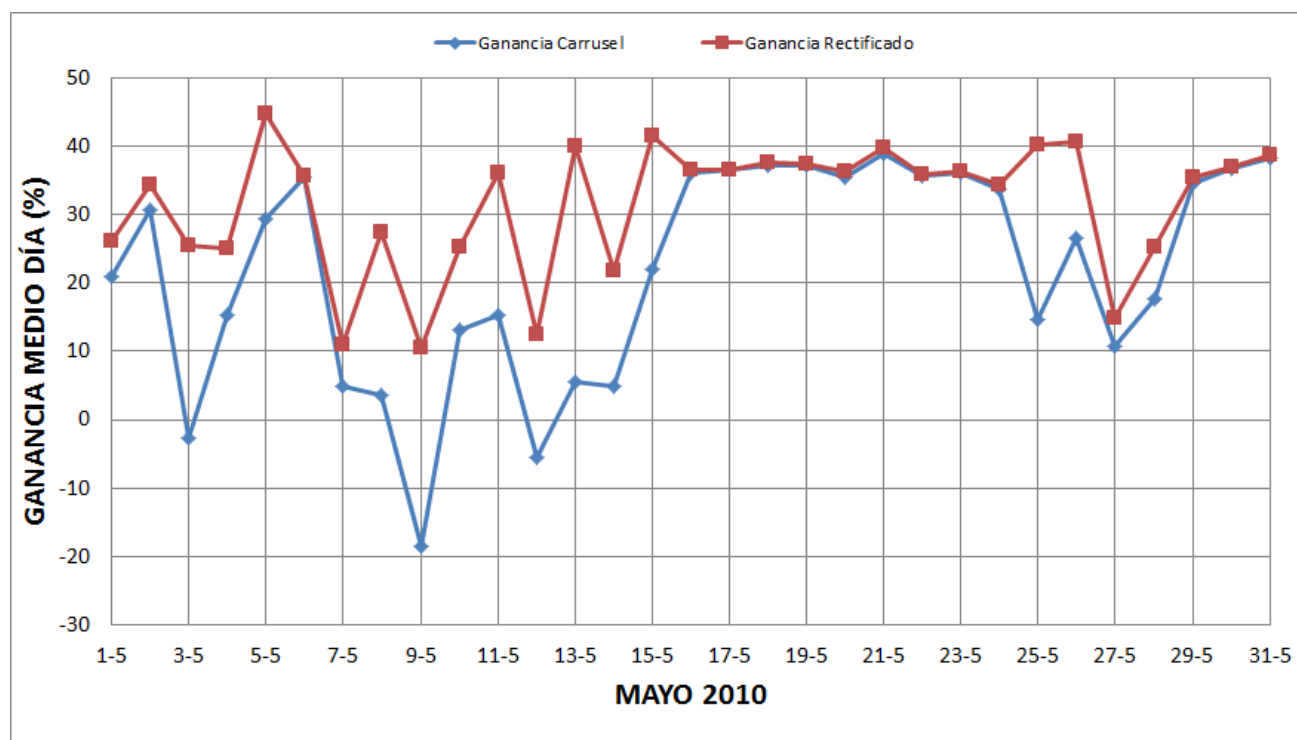


Figura 3.41: Evolución del porcentaje de ganancia durante mayo 2010

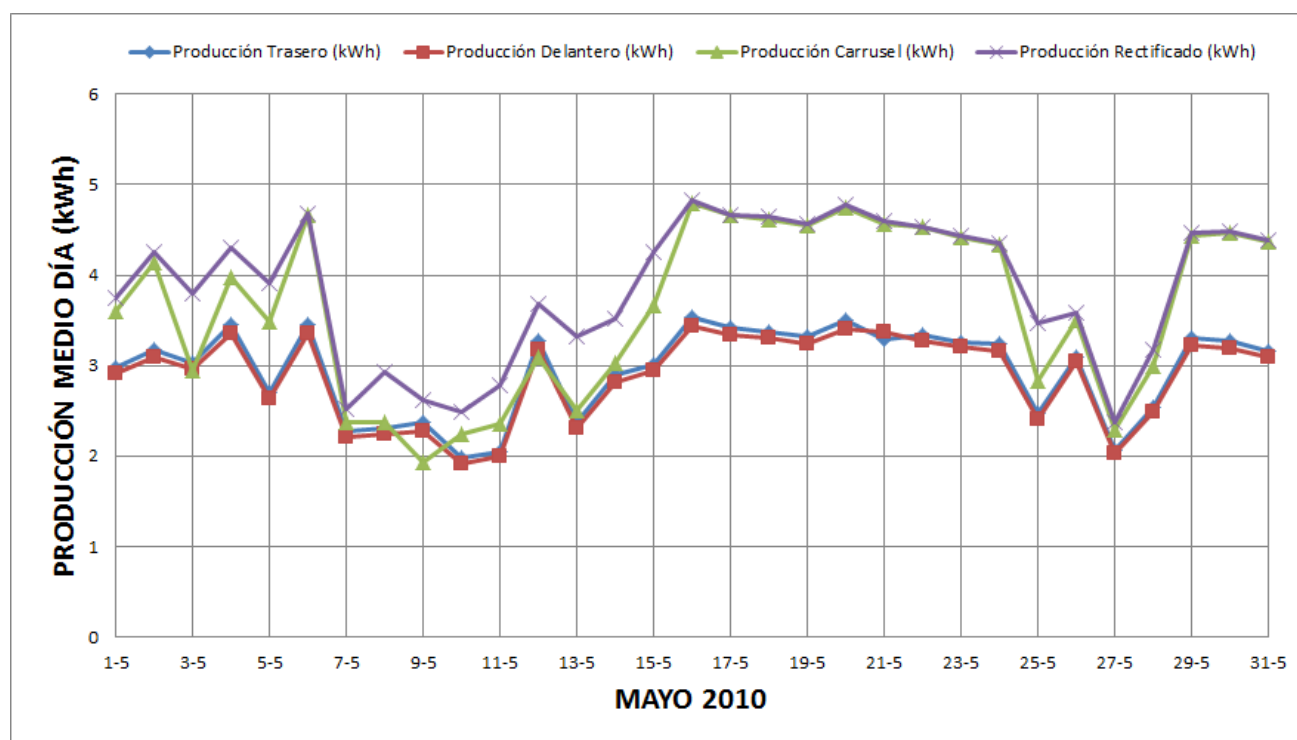


Figura 3.42: Evolución de la producción durante mayo 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### JUNIO 2010

Día completo:

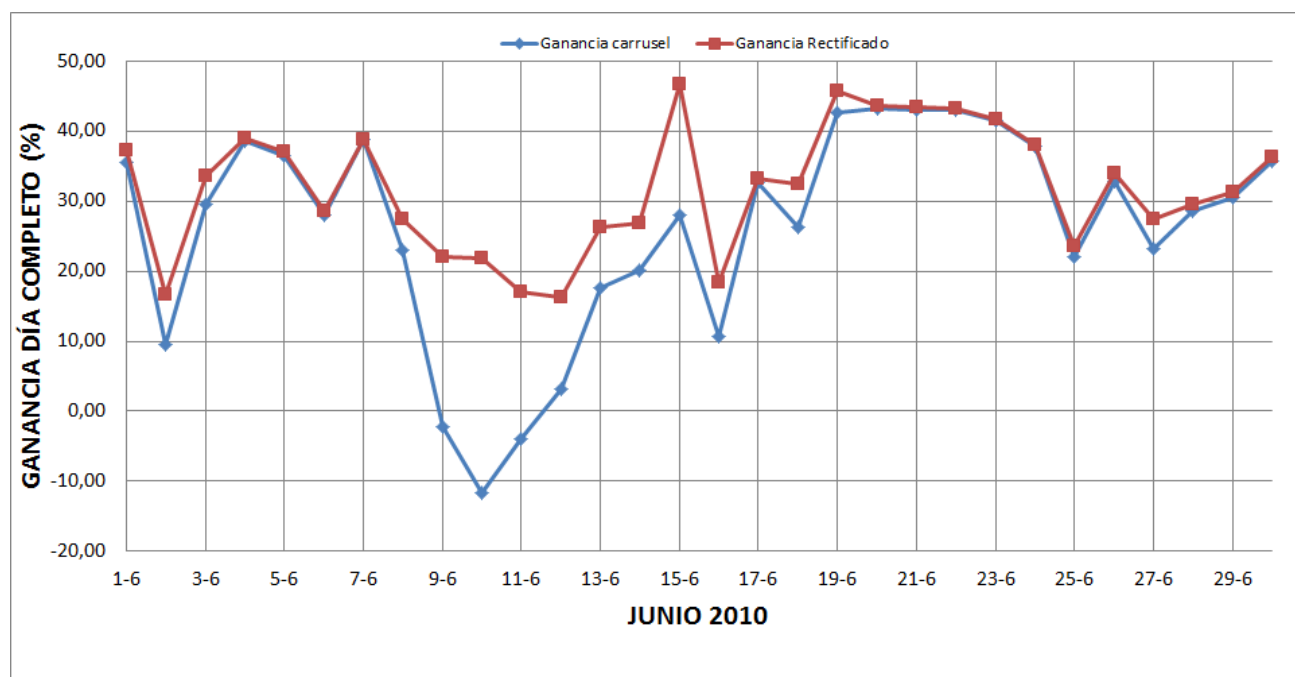


Figura 3.43: Evolución del porcentaje de ganancia durante junio 2010

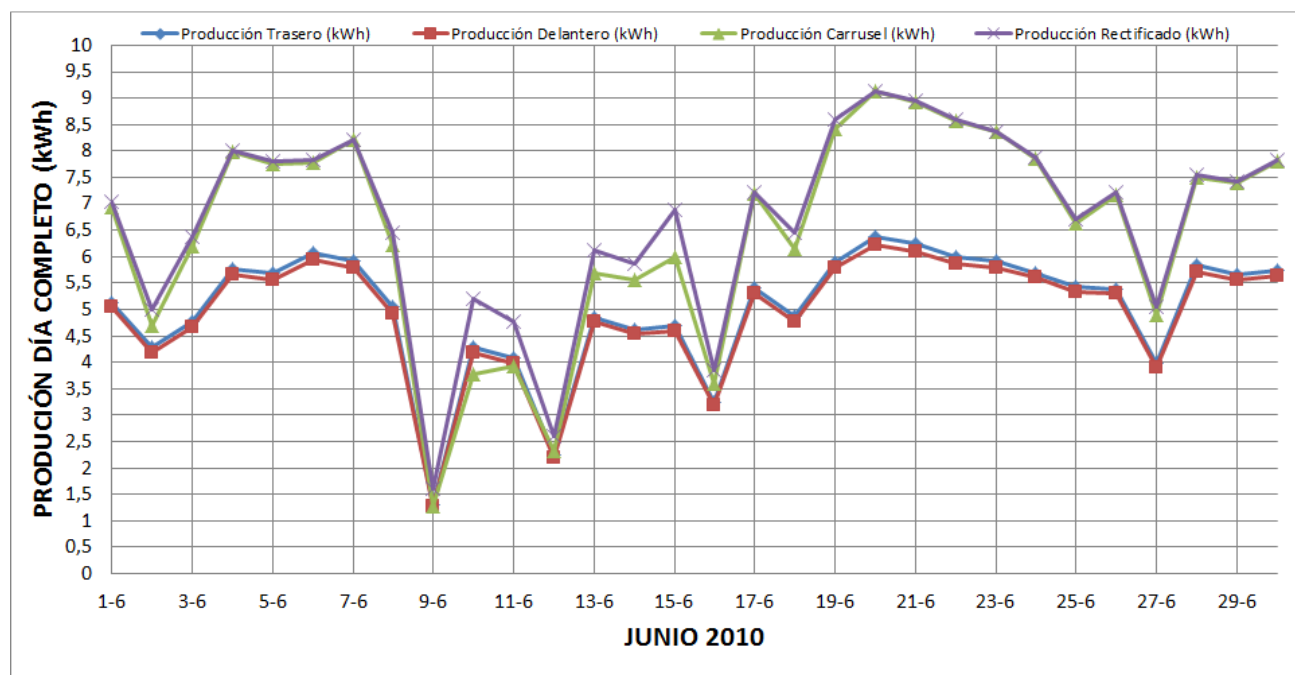


Figura 3.44: Evolución de la producción durante junio 2010



### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

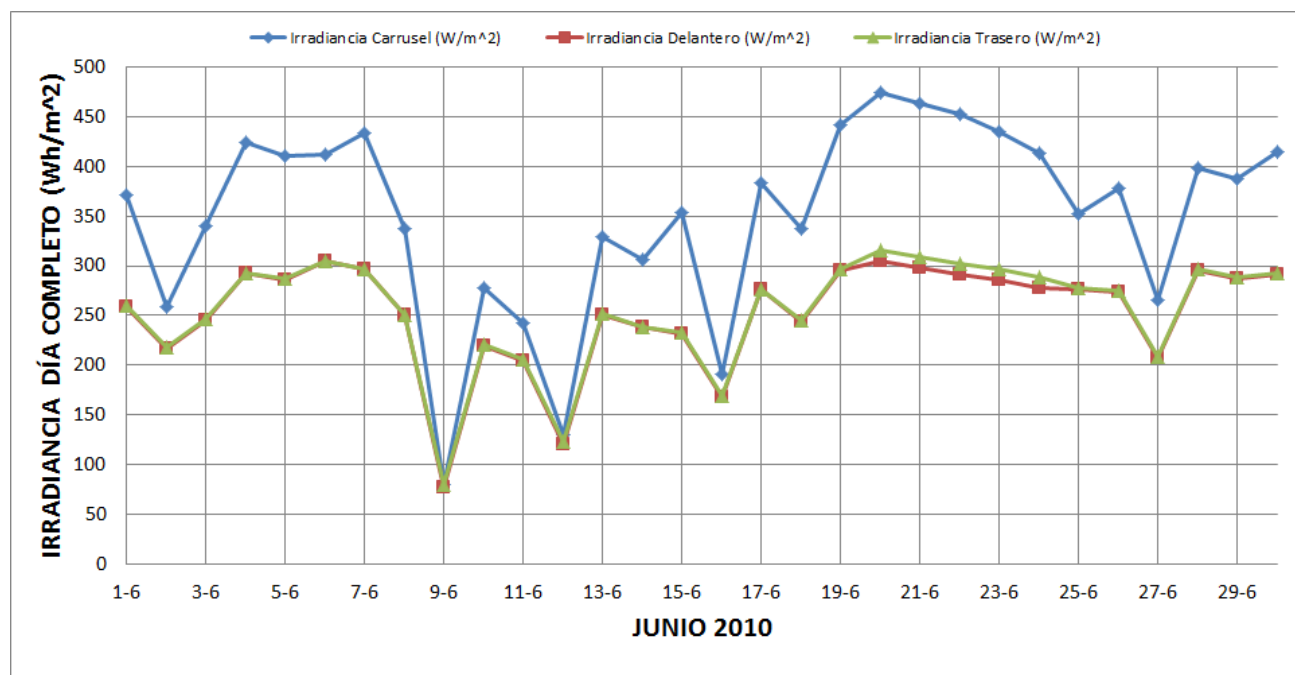


Figura 3.45: Evolución de la irradiancia durante junio 2010

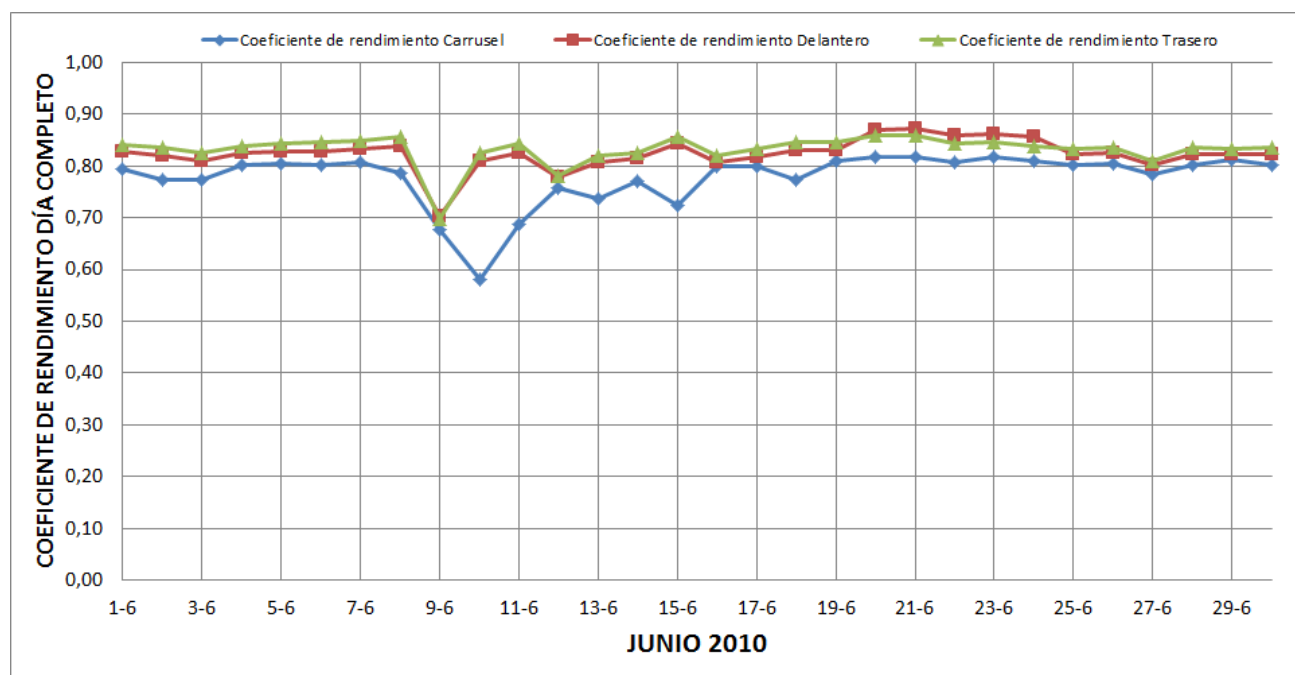


Figura 3.46: Evolución del coeficiente de rendimiento durante junio 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

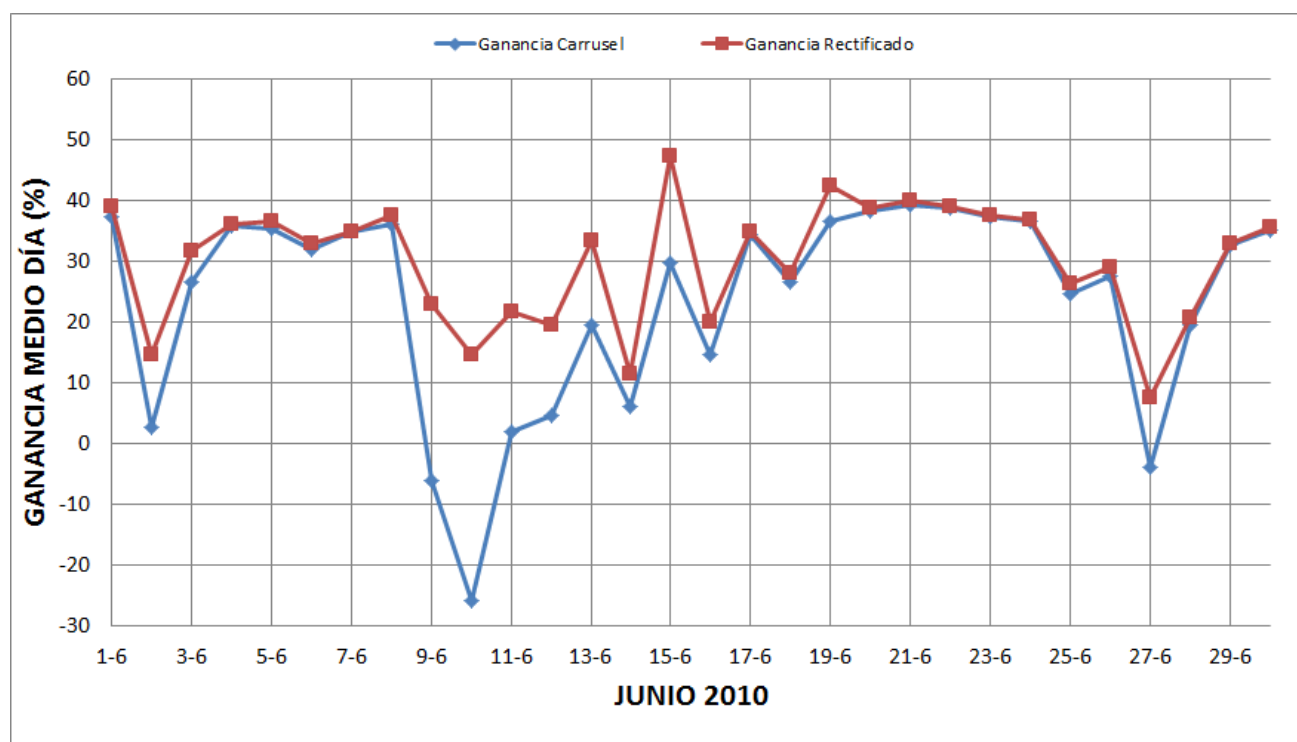


Figura 3.47: Evolución del porcentaje de ganancia durante junio 2010

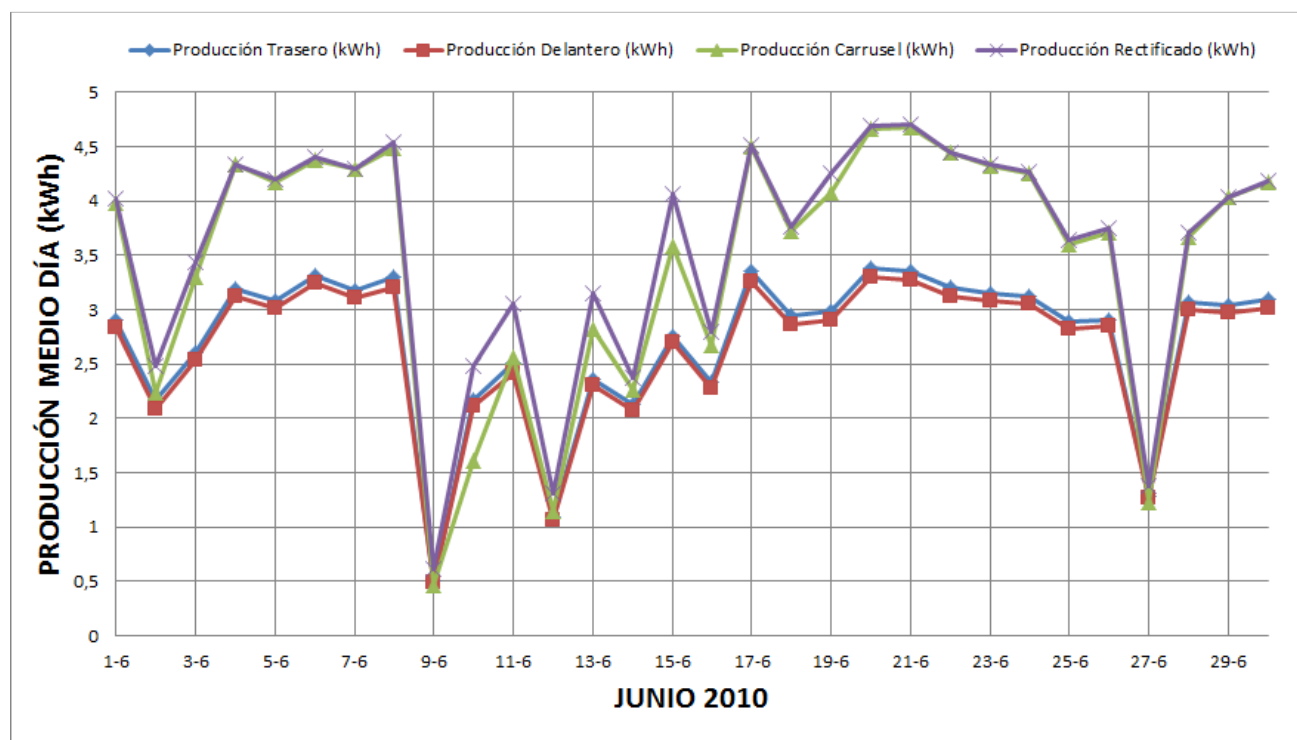


Figura 3.48: Evolución de la producción durante junio 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

**JULIO 2010**

*Día completo:*

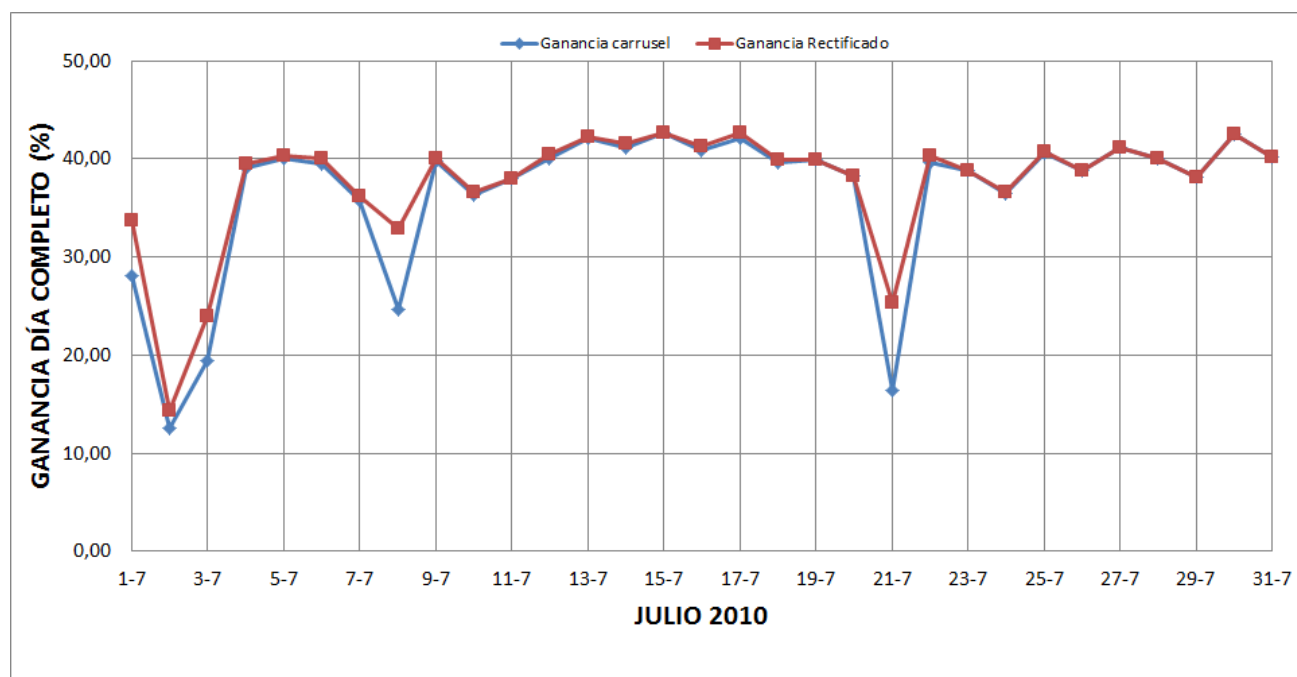


Figura 3.49: Evolución del porcentaje de ganancia durante julio 2010

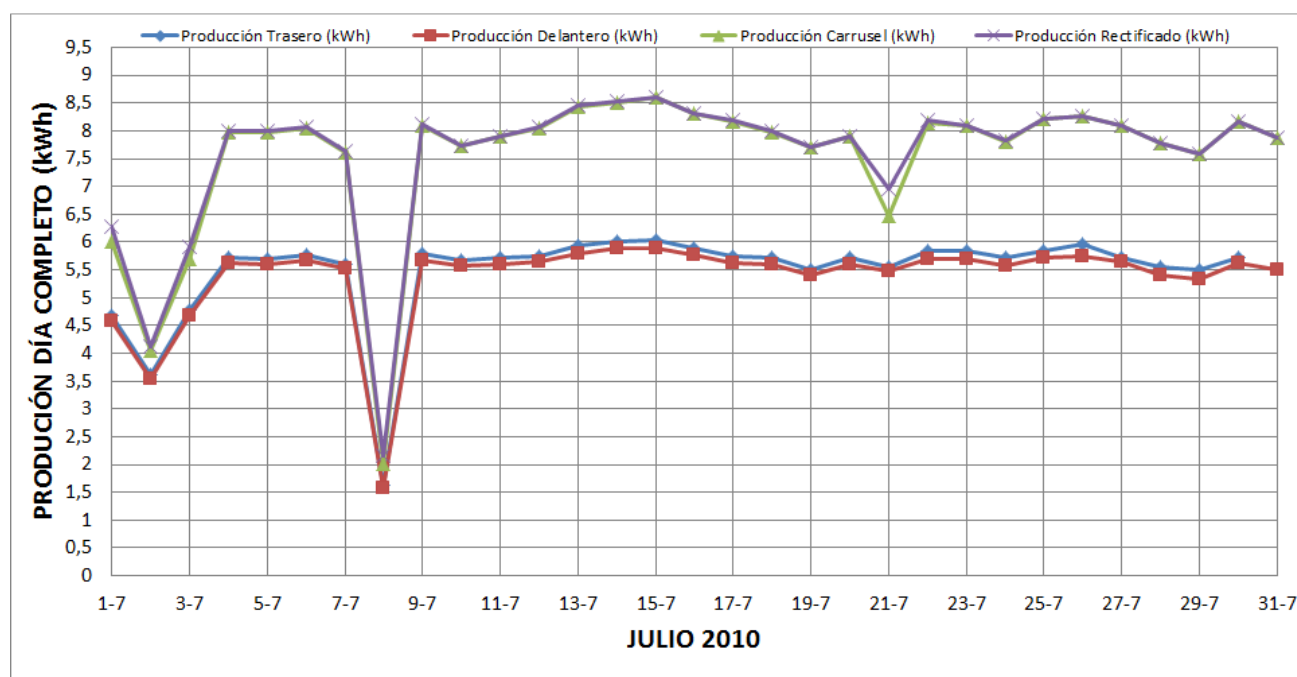


Figura 3.50: Evolución de la producción durante julio 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

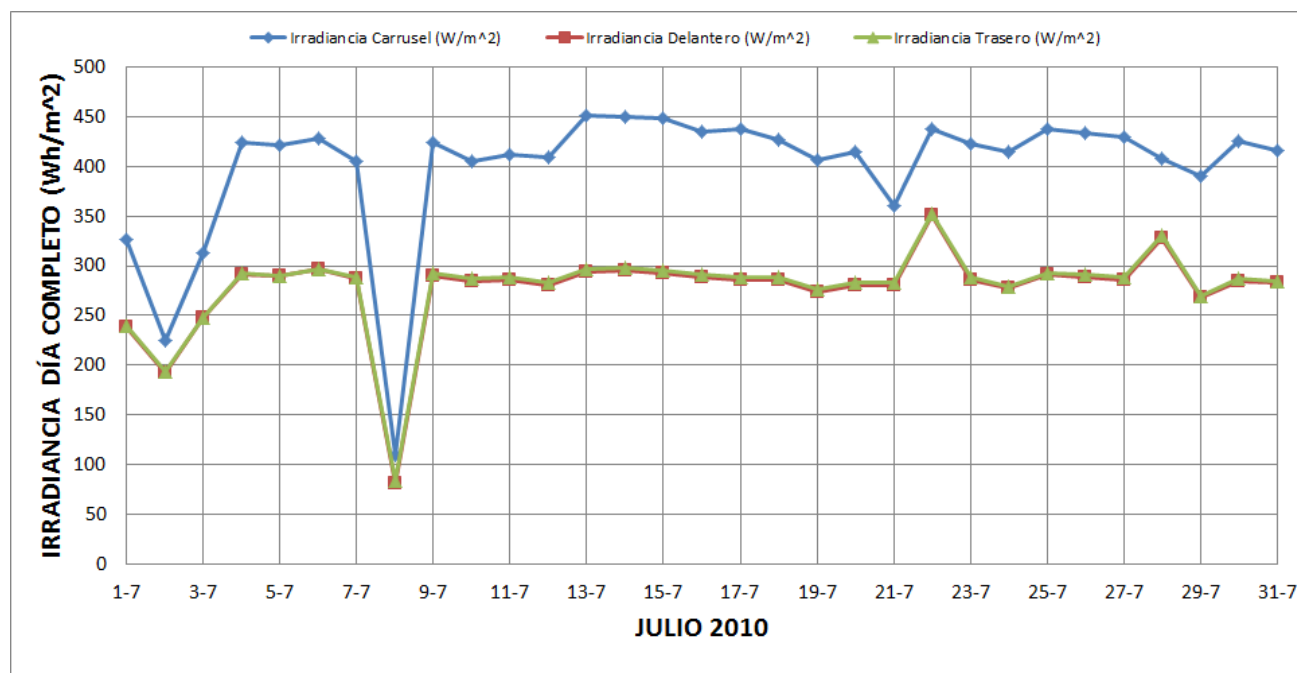


Figura 3.51: Evolución de la irradiancia durante julio 2010

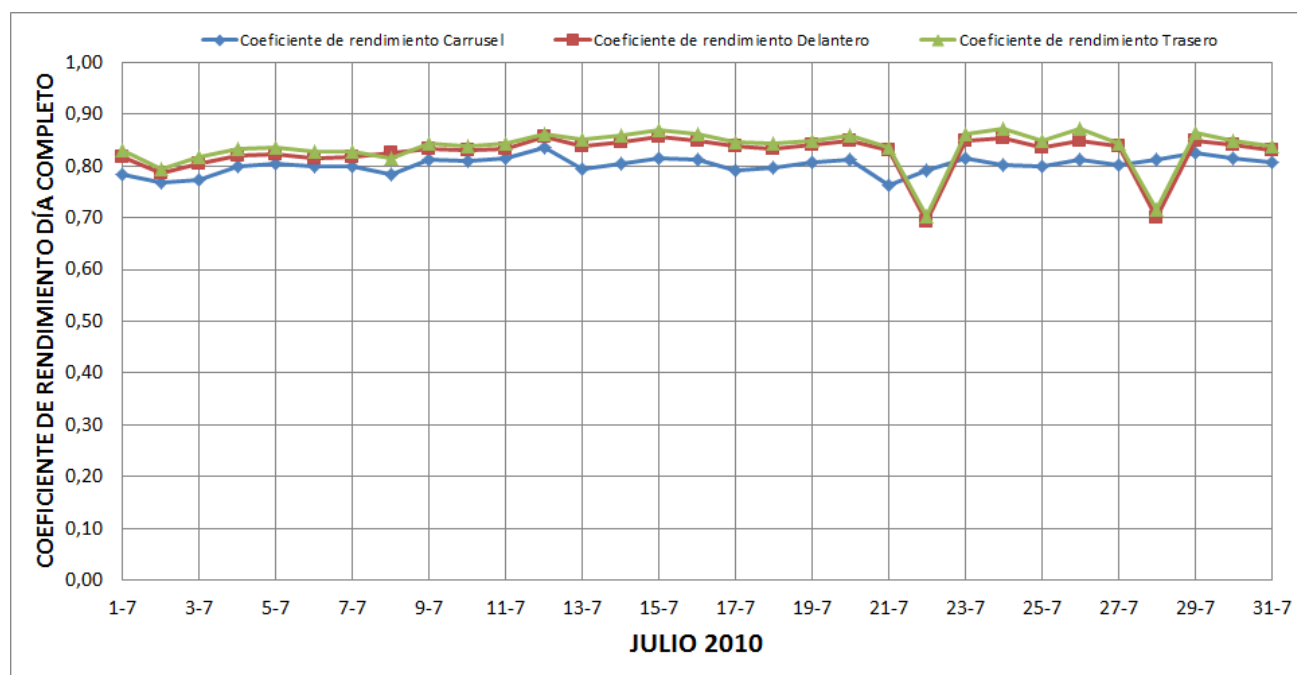


Figura 3.52: Evolución del coeficiente de rendimiento durante julio 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

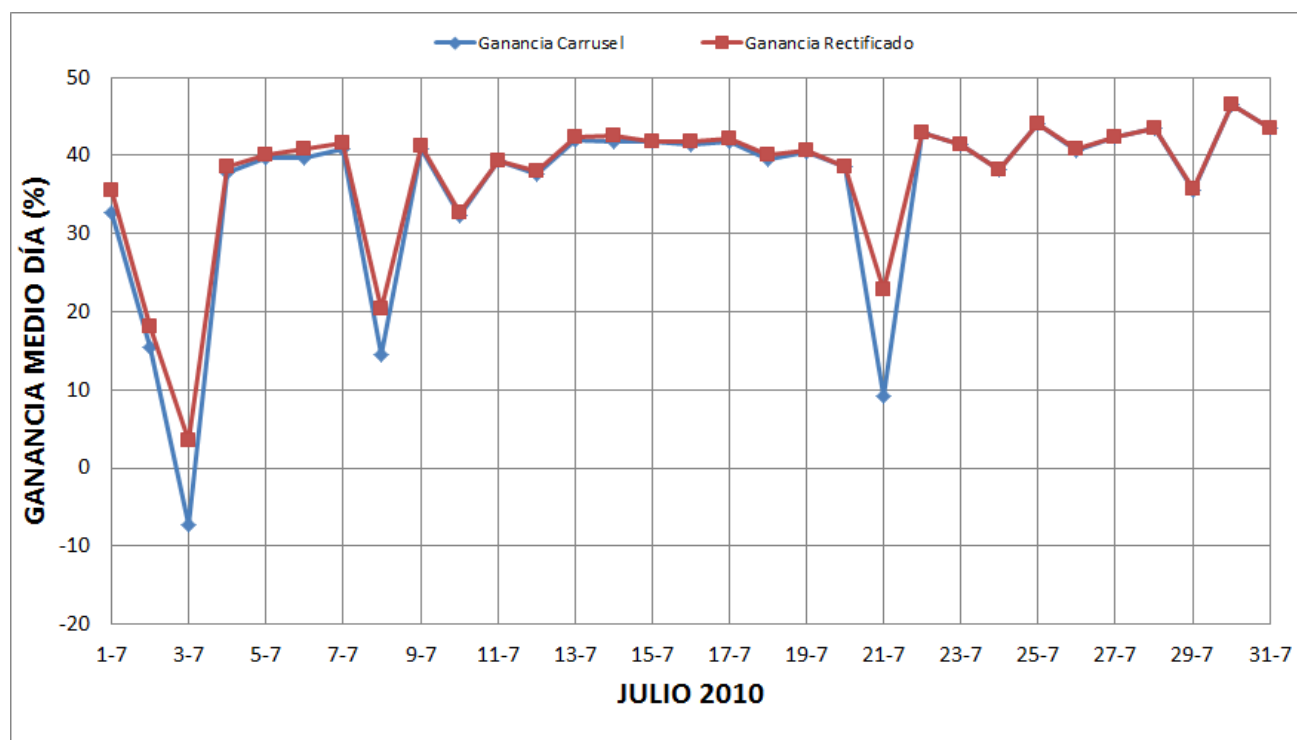


Figura 3.53: Evolución del porcentaje de ganancia durante julio 2010

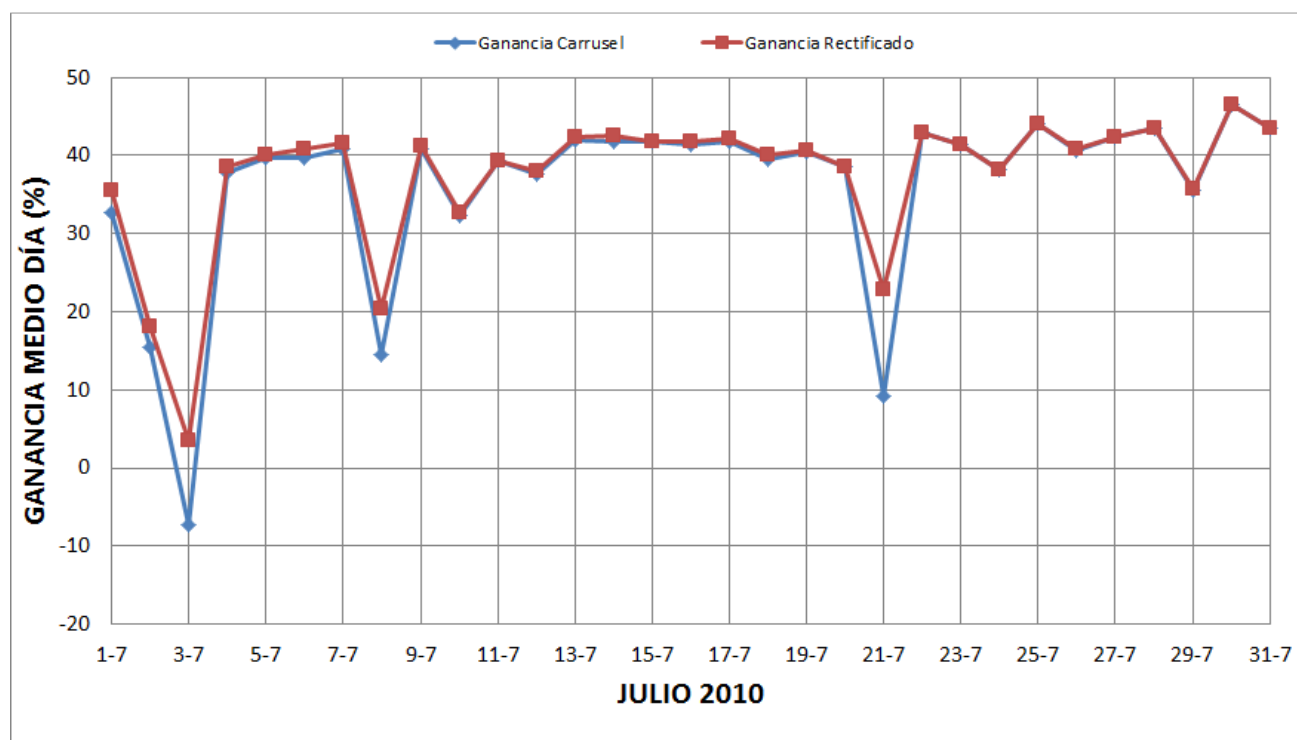


Figura 3.54: Evolución de la producción durante julio 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### AGOSTO 2010

Día completo:

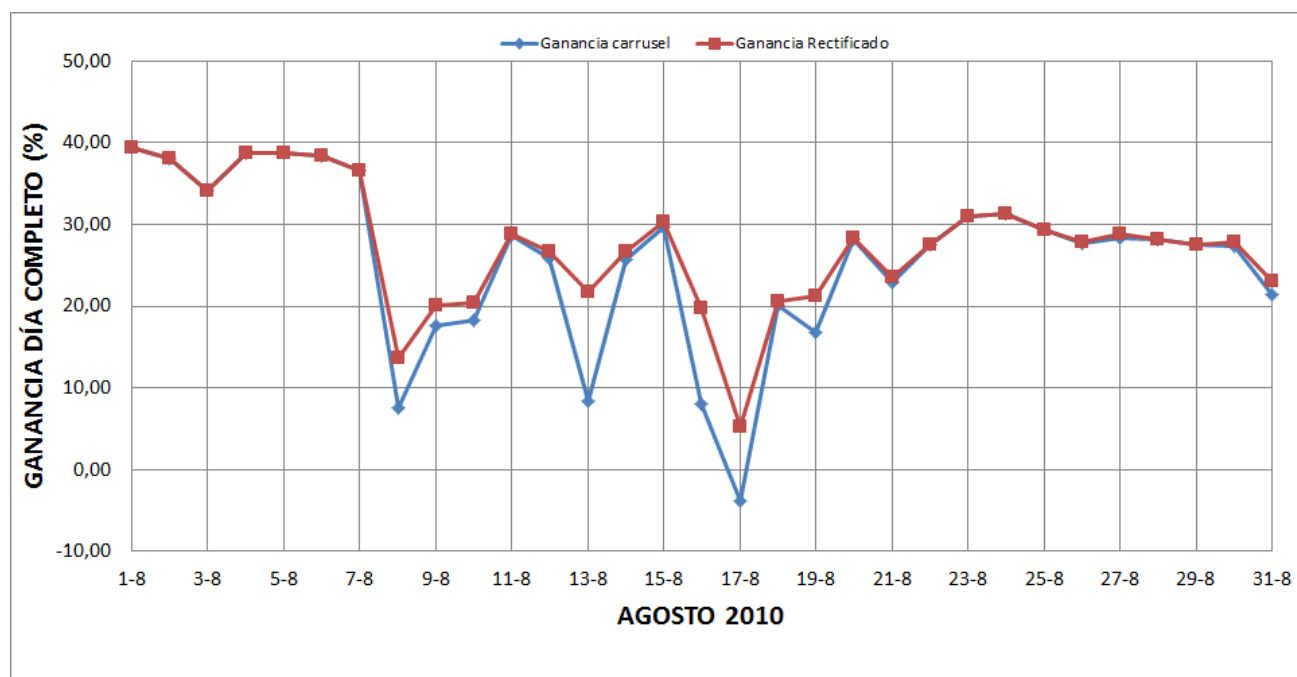


Figura 3.55: Evolución del porcentaje de ganancia durante agosto 2010

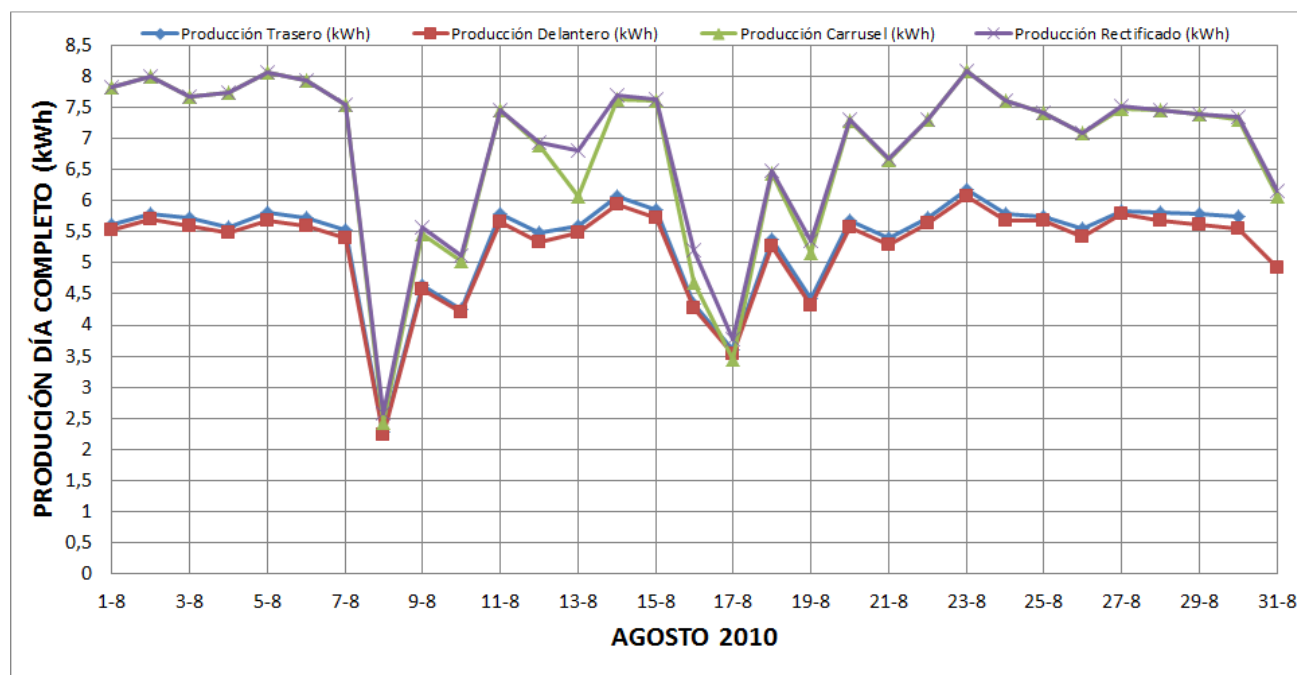


Figura 3.56: Evolución de la producción durante agosto 2010

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

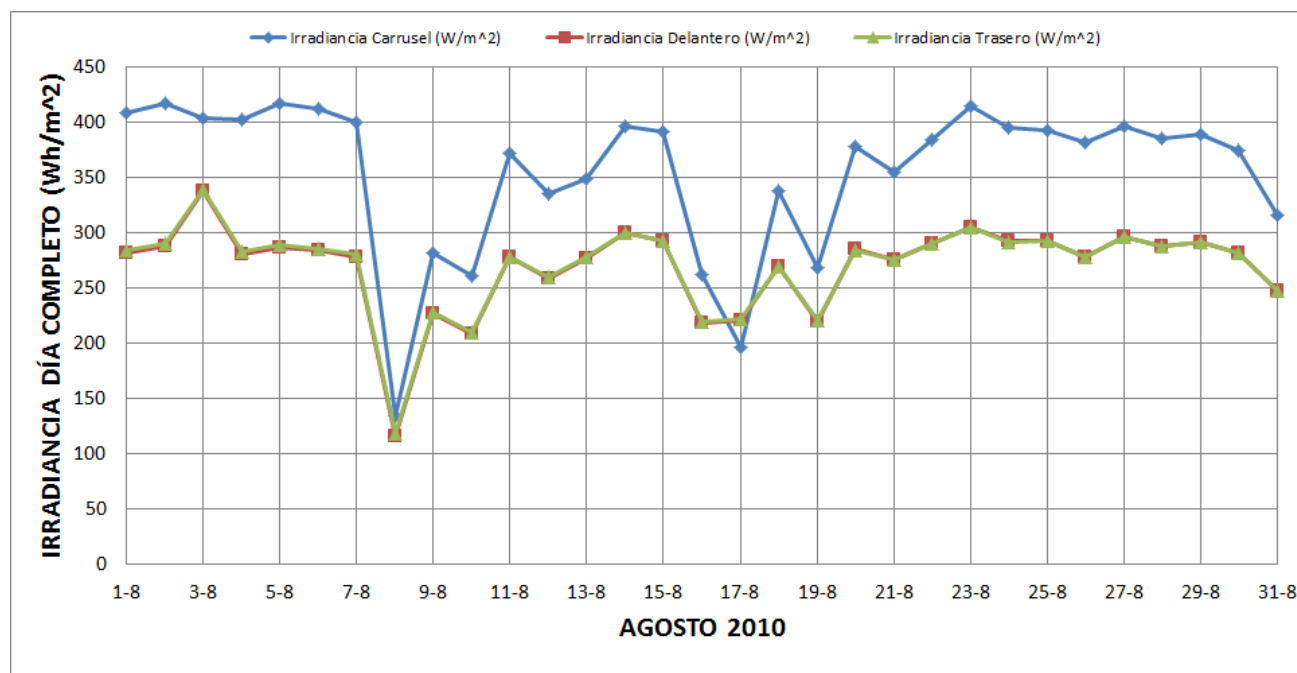


Figura 3.57: Evolución de la irradiancia durante agosto 2010

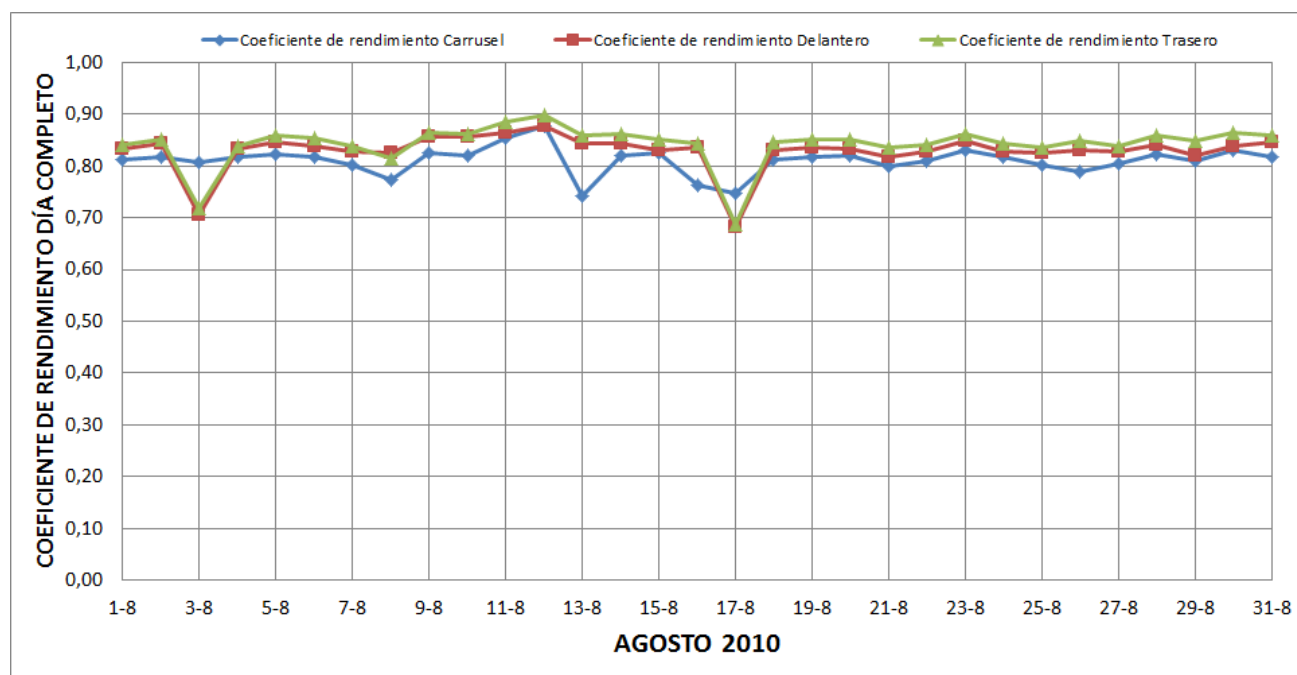


Figura 3.58: Evolución del coeficiente de rendimiento durante agosto 2010

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

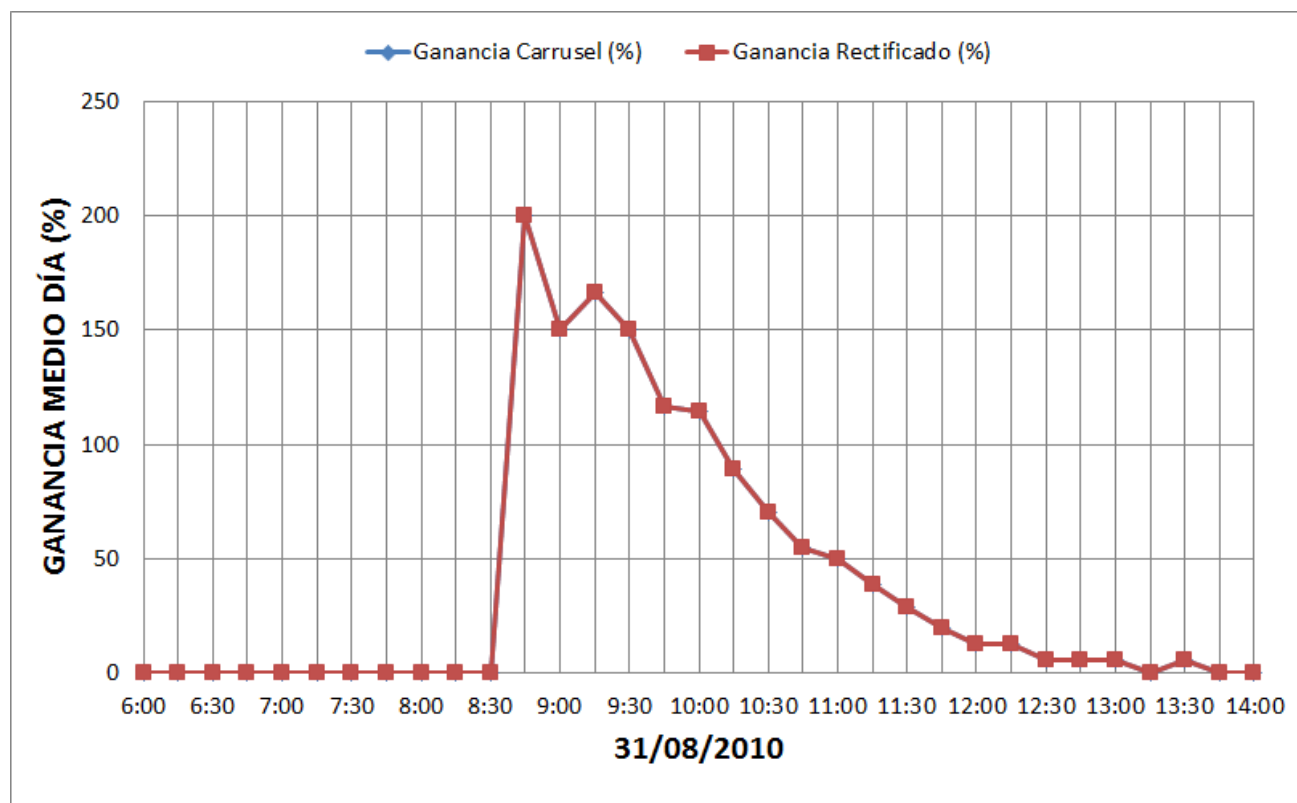


Figura 3.59: Evolución del porcentaje de ganancia durante agosto 2010

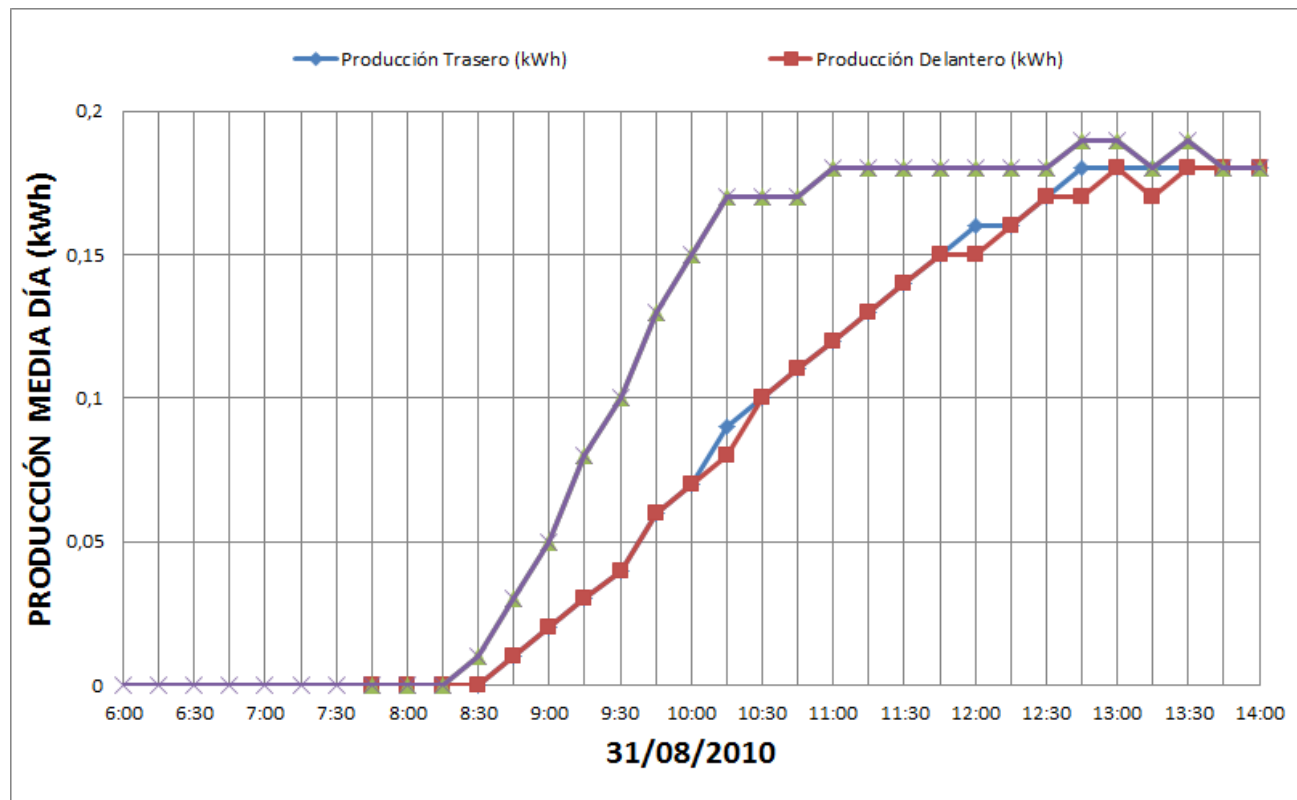


Figura 3.60: Evolución de la producción durante agosto 2010



## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### SEPTIEMBRE 2010

Día completo:

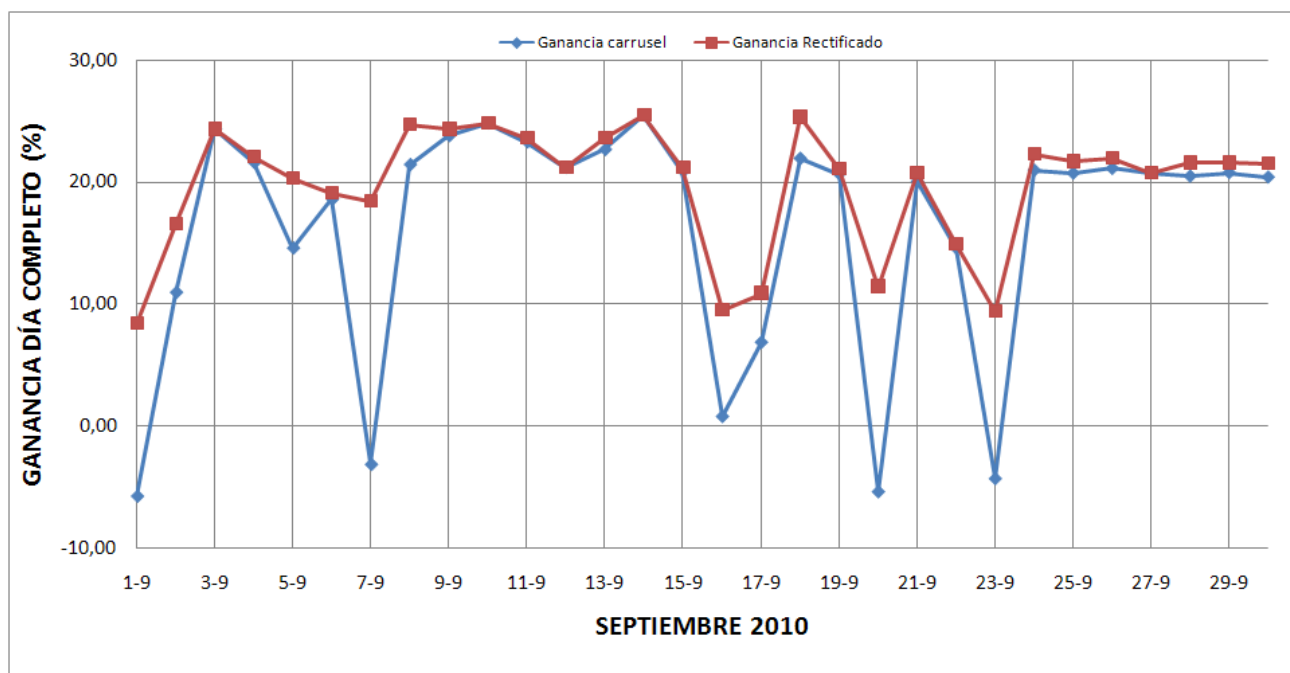


Figura 3.61: Evolución del porcentaje de ganancia durante septiembre 2010

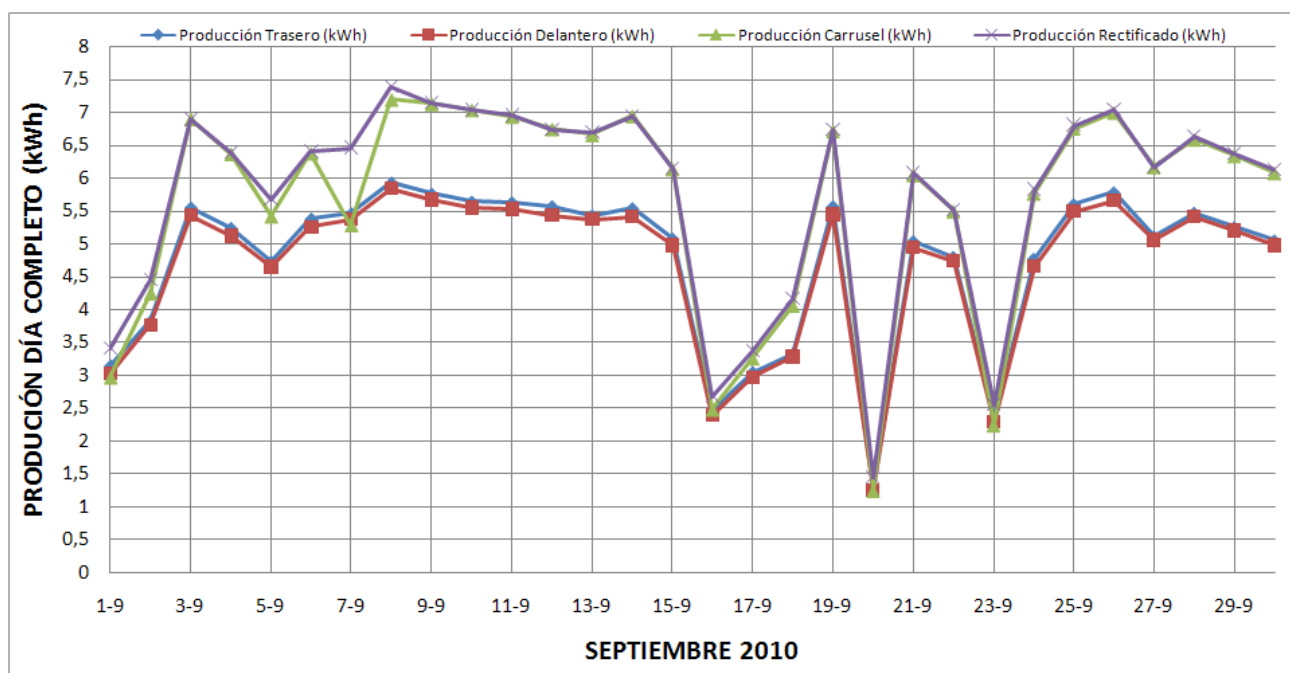


Figura 3.62: Evolución de la producción durante septiembre 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

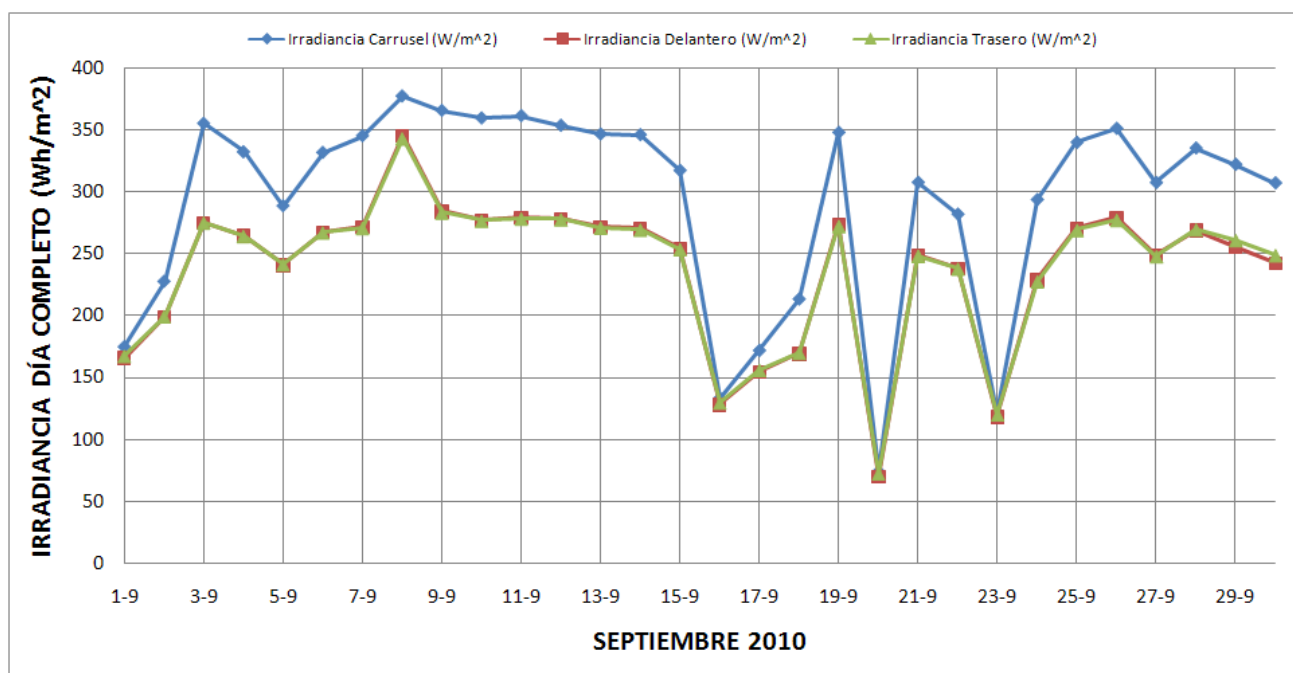


Figura 3.63: Evolución de la irradiancia durante septiembre 2010

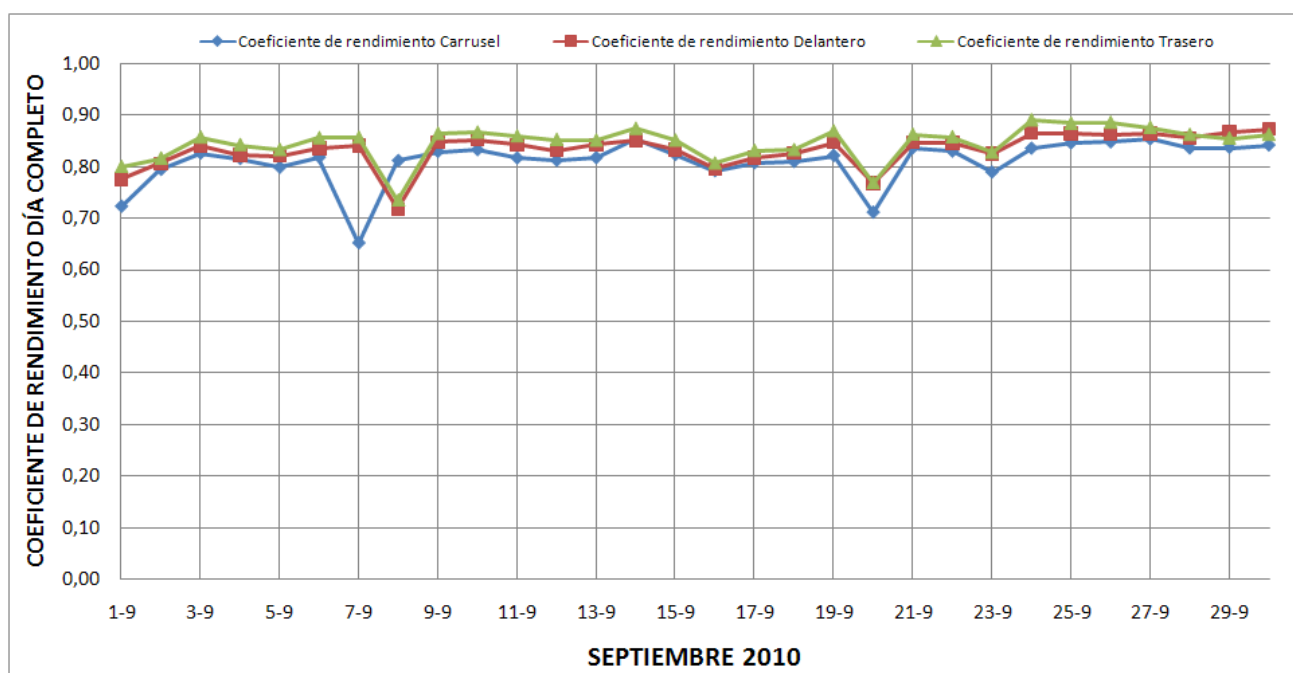


Figura 3.64: Evolución del coeficiente de rendimiento durante septiembre 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

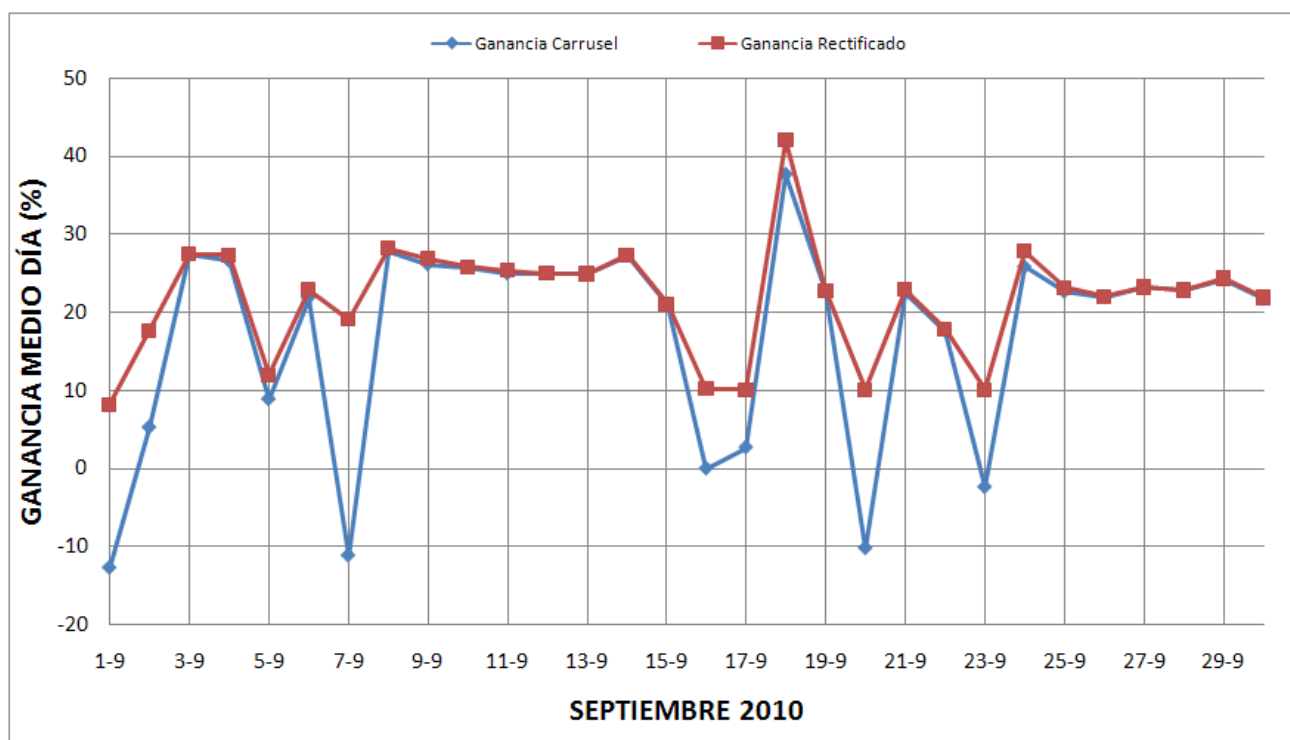


Figura 3.65: Evolución del porcentaje de ganancia durante septiembre 2010

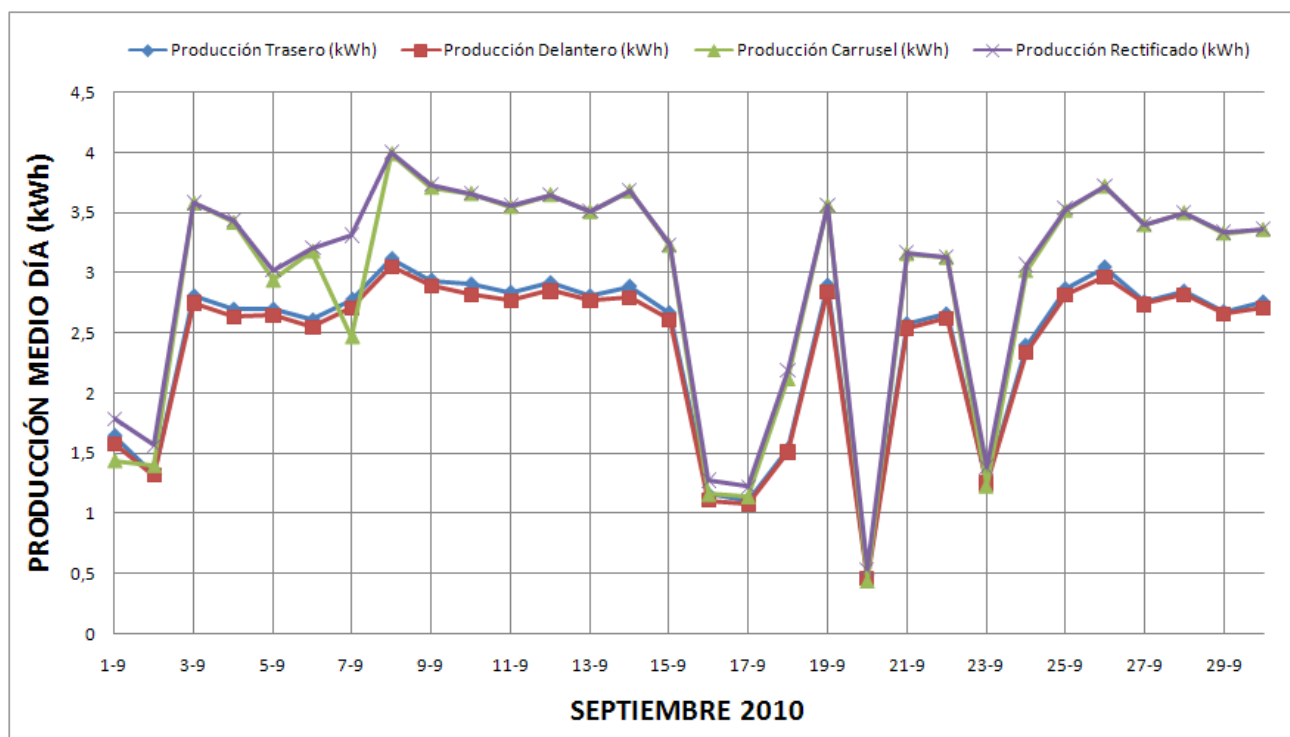


Figura 3.66: Evolución de la producción durante septiembre 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### OCTUBRE 2010

Día completo:

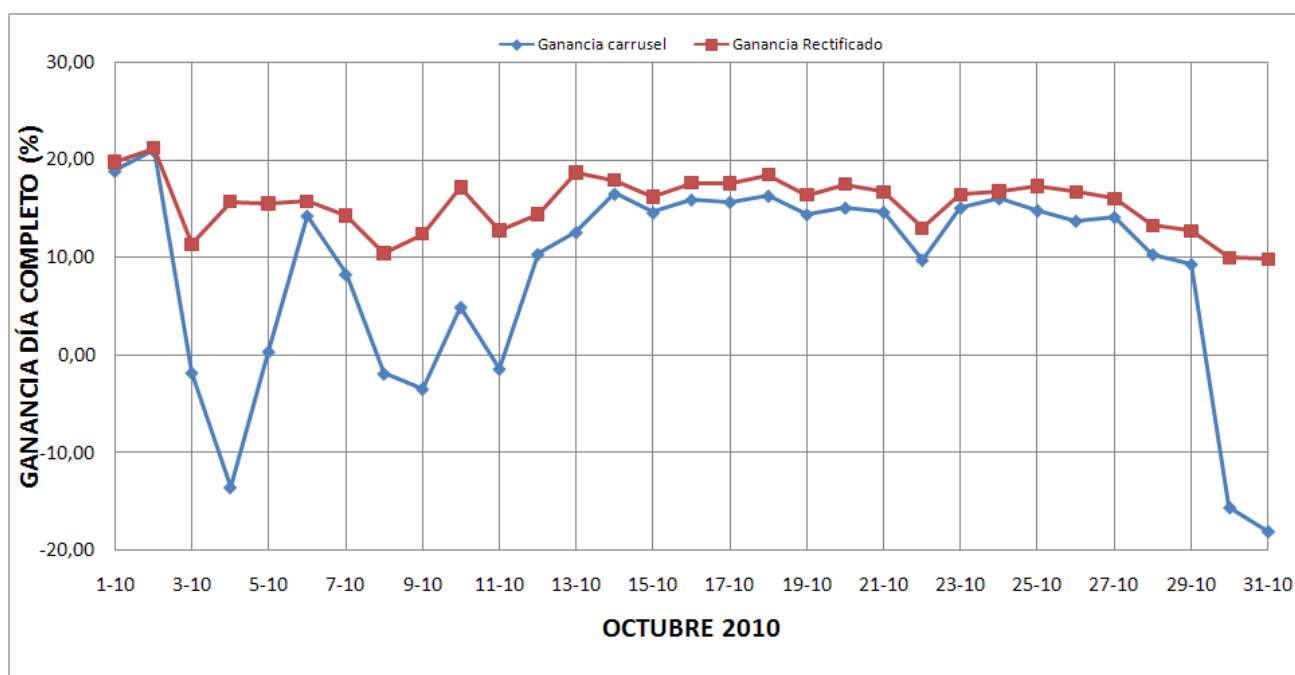


Figura 3.67: Evolución del porcentaje de ganancia durante octubre 2010

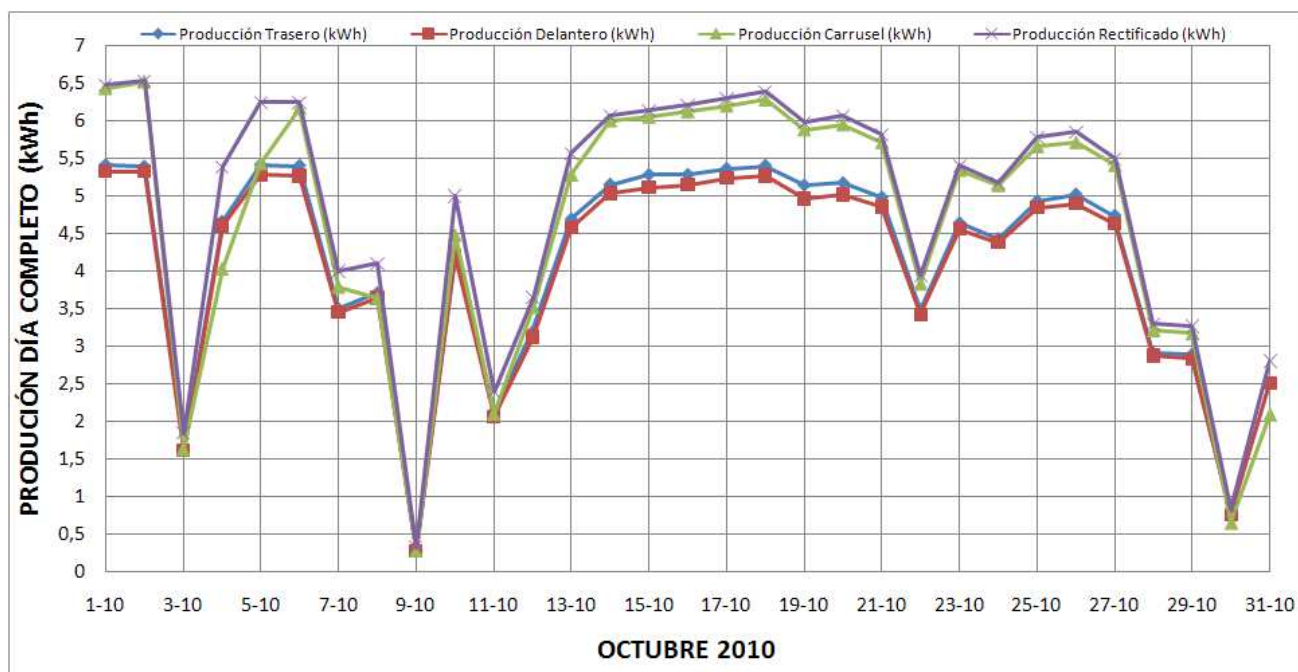


Figura 3.68: Evolución de la producción durante octubre 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

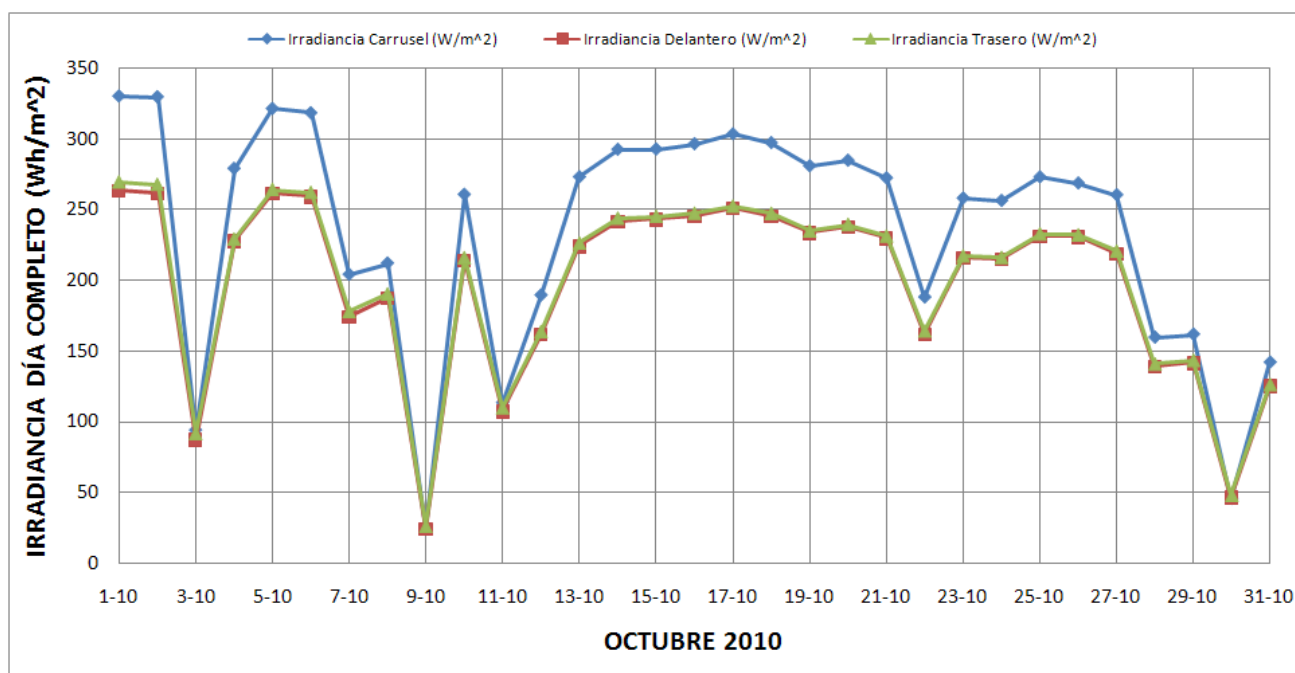


Figura 3.69: Evolución de la irradiancia durante octubre 2010

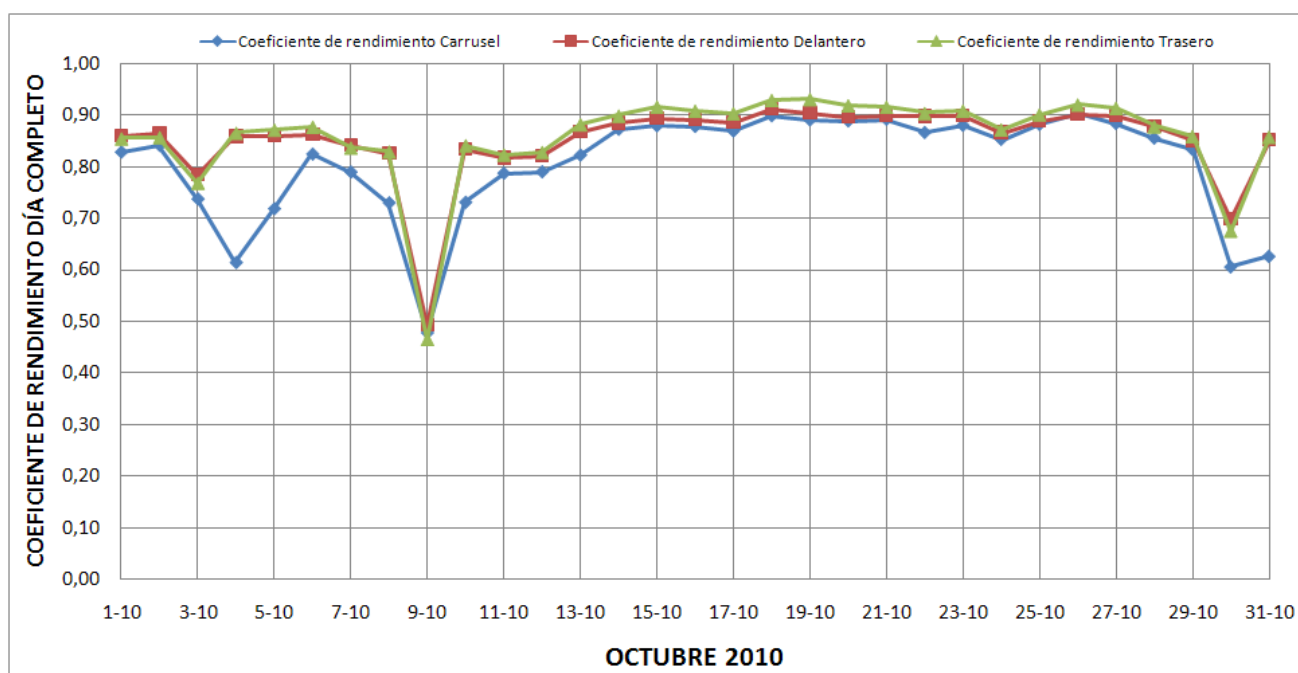


Figura 3.70: Evolución del coeficiente de rendimiento durante octubre 2010

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

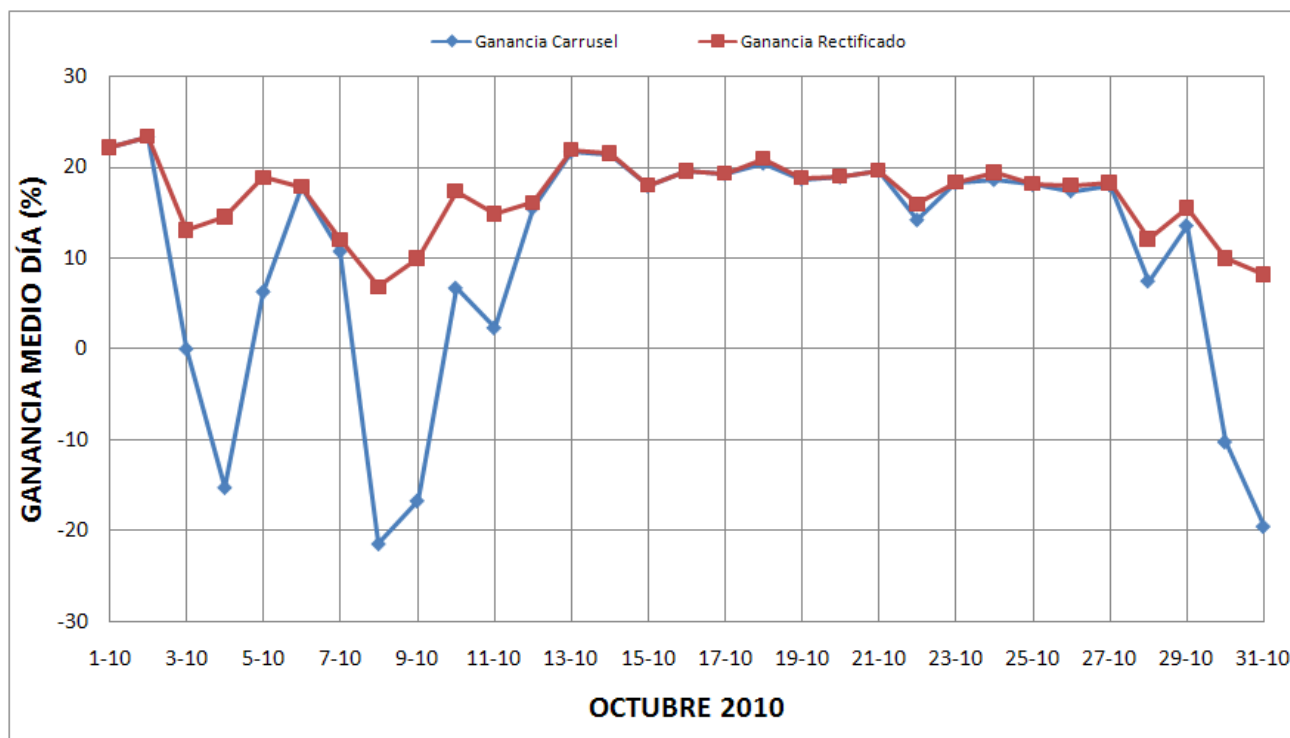


Figura 3.71: Evolución del porcentaje de ganancia durante octubre 2010

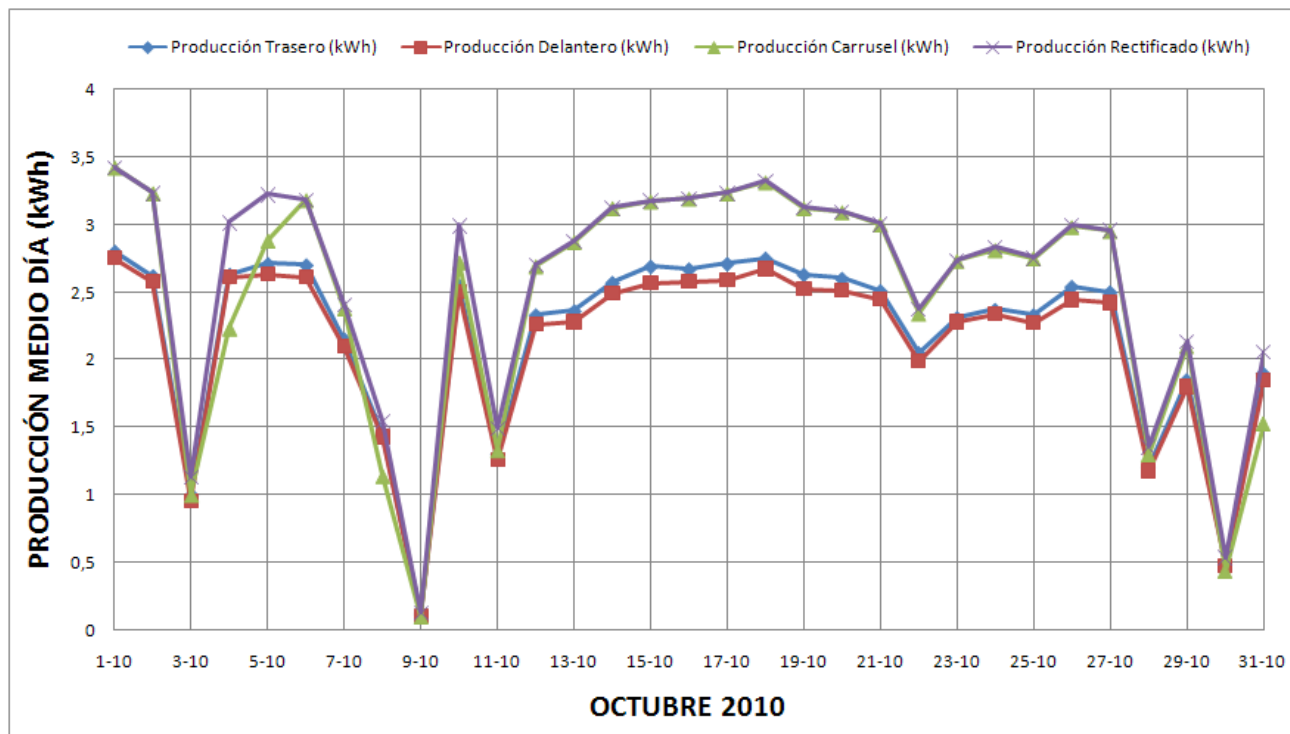


Figura 3.72: Evolución de la producción durante octubre 2010

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### NOVIEMBRE 2010

Día completo:

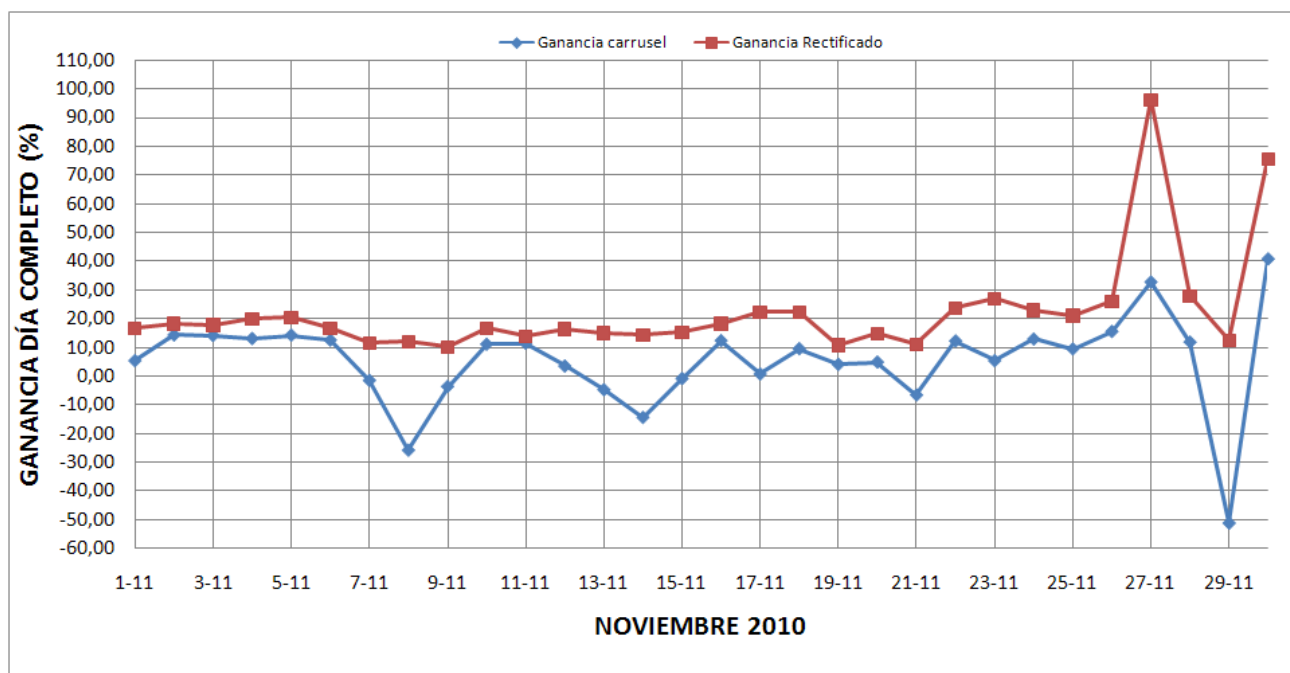


Figura 3.73: Evolución del porcentaje de ganancia durante noviembre 2010

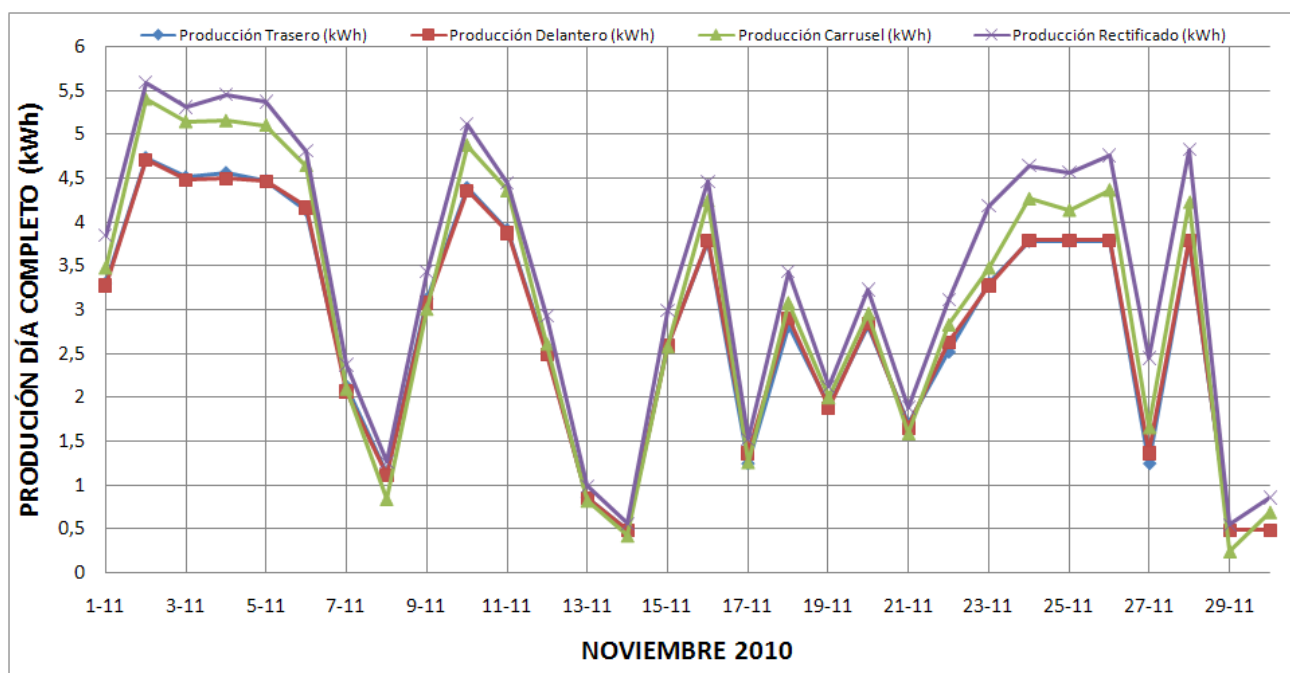


Figura 3.74: Evolución de la producción durante noviembre 2010

### Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

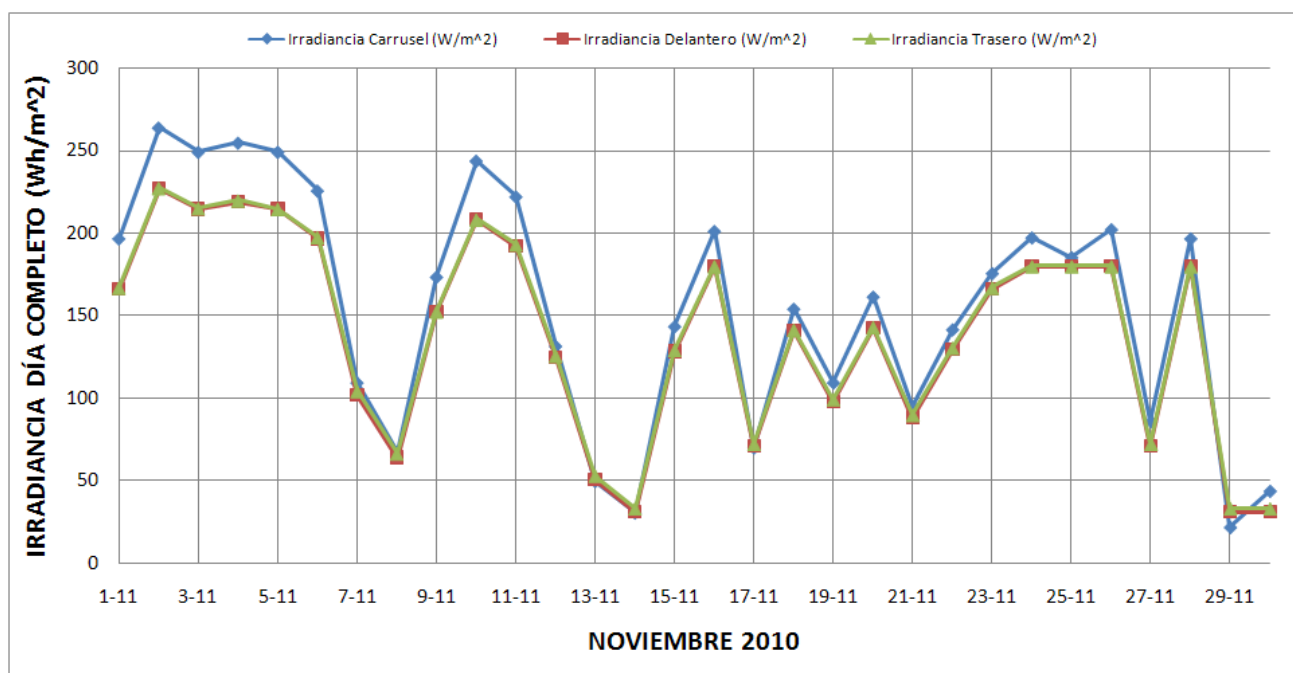


Figura 3.75: Evolución de la irradiancia durante noviembre 2010

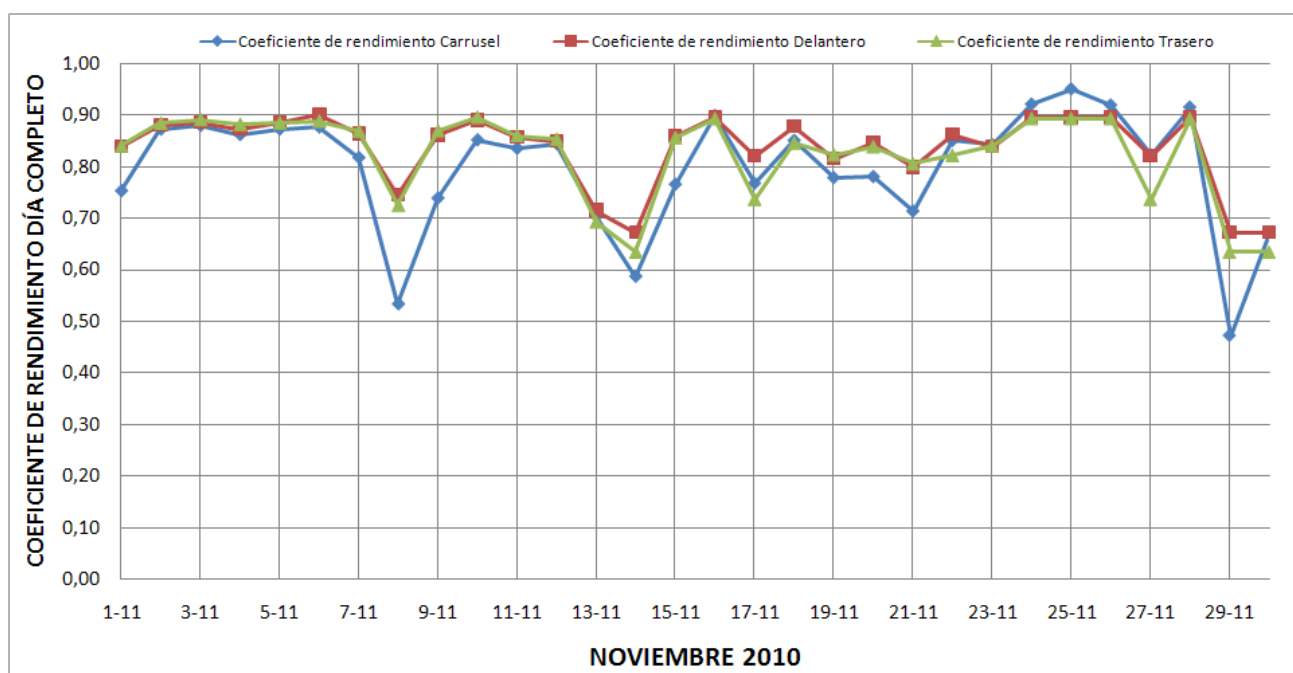


Figura 3.76: Evolución del coeficiente de rendimiento durante noviembre 2010



## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

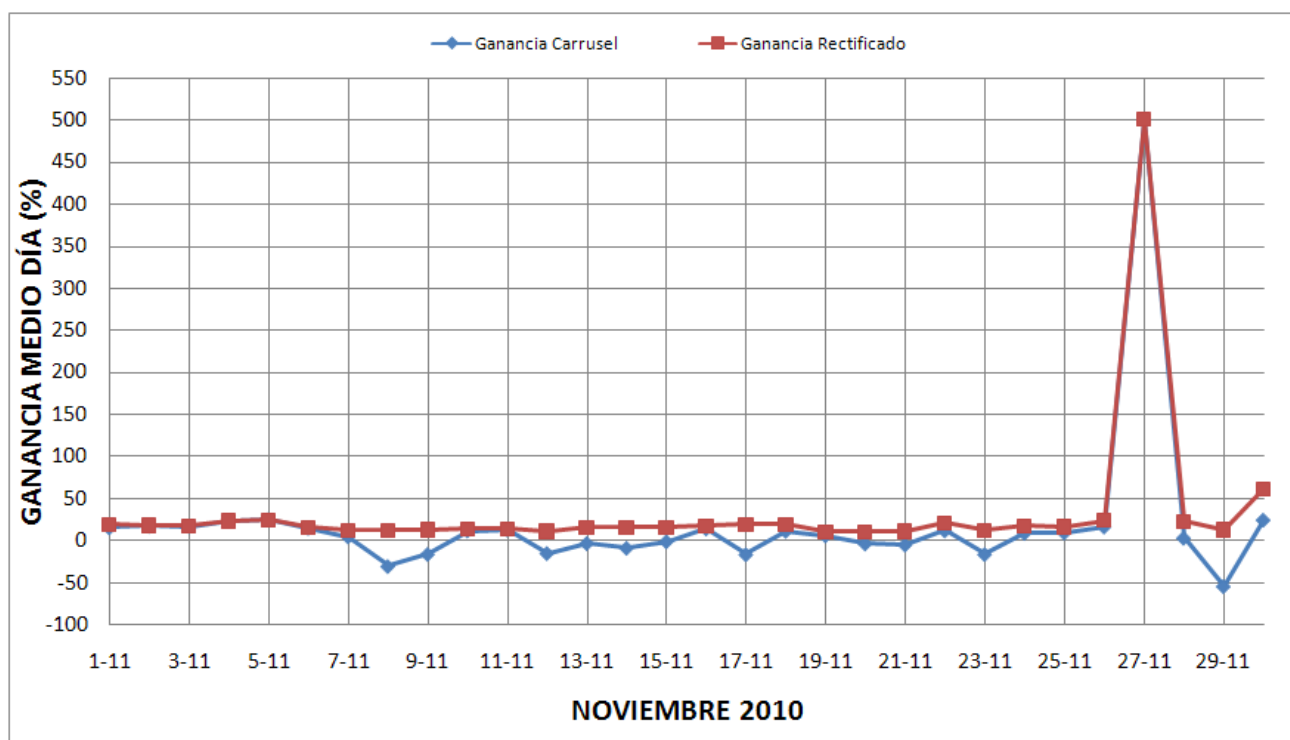


Figura 3.77: Evolución del porcentaje de ganancia durante noviembre 2010

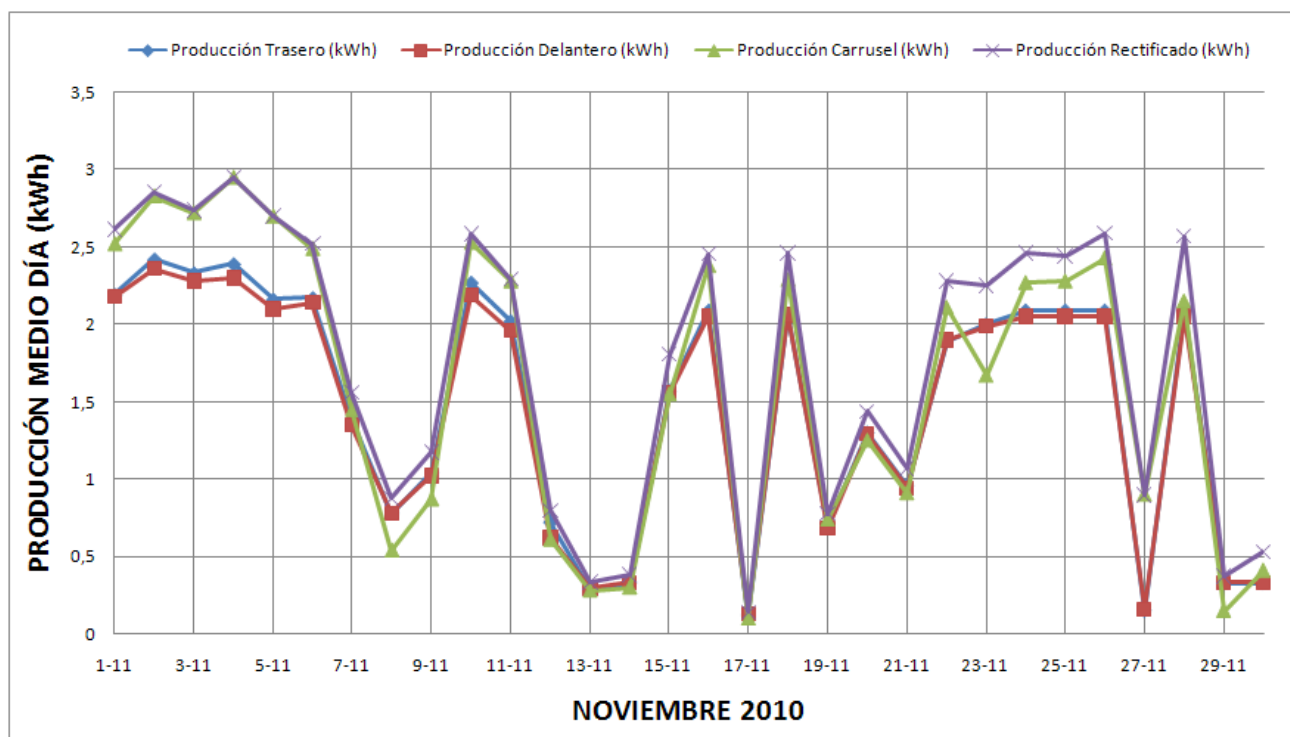


Figura 3.78: Evolución de la producción durante noviembre 2010

### **Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking**

---

A la vista de los datos mensuales obtenidos, podemos observar que en los meses de diciembre de 2010 y enero de 2011 la ganancia obtenida por el seguidor fotovoltaico con respecto al sistema fijo es negativa, debido a las malas condiciones meteorológicas de ambos meses, en los que hubo muchas precipitaciones en forma de lluvia y nieve, lo cual provocó que el seguidor fotovoltaico tuviera problemas en su movimiento horizontal por la acumulación de agua o nieve en el raíl. Esto, no obstante, no es de gran relevancia para futuras instalaciones del seguidor, ya que el emplazamiento del seguidor fotovoltaico no es el ideal.

A partir de febrero podemos ver una leve mejoría en el mes de enero de 2011, dando los primeros resultados positivos de ganancia, tras lo cual, se obtienen en los siguientes meses, marzo y abril de 2011, una ganancia de casi el 19%, dato muy cercano al objetivo del 20% mensual original.

Desde el mes de mayo de 2011 se ve una clara mejoría de los datos de ganancia hasta el mes de septiembre de 2011, teniendo el pico máximo de ganancia durante julio de 2010, tras lo que la ganancia vuelve a bajar por debajo del 20% hasta noviembre de 2010, mes en el que finaliza la recogida de datos de este proyecto.

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

### DATOS DIARIOS:

En este apartado sólo se mostrará los datos obtenidos en uno de los días óptimos y sólo los datos de día completo (el día elegido es el 15 de julio de 2010) para ver la diferencia real en los datos entre el sistema fijo y el seguidor fotovoltaico, ya que presentar y comentar trescientos sesenta y cinco días sería repetitivo y poco relevante para nuestros objetivos.

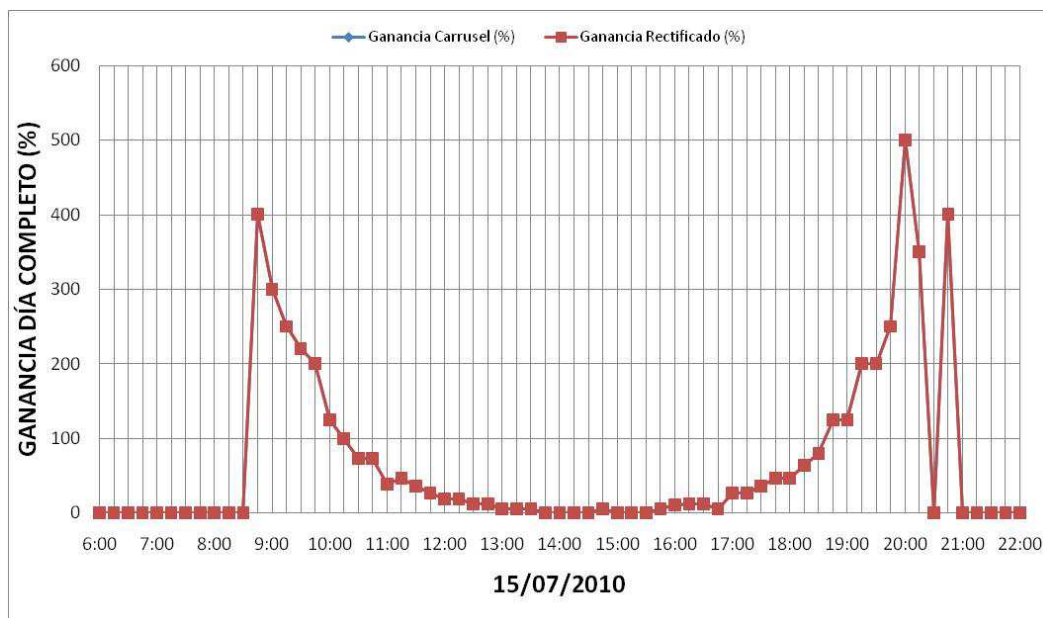


Figura 3.79: Evolución del porcentaje de ganancia del 15 de julio de 2010

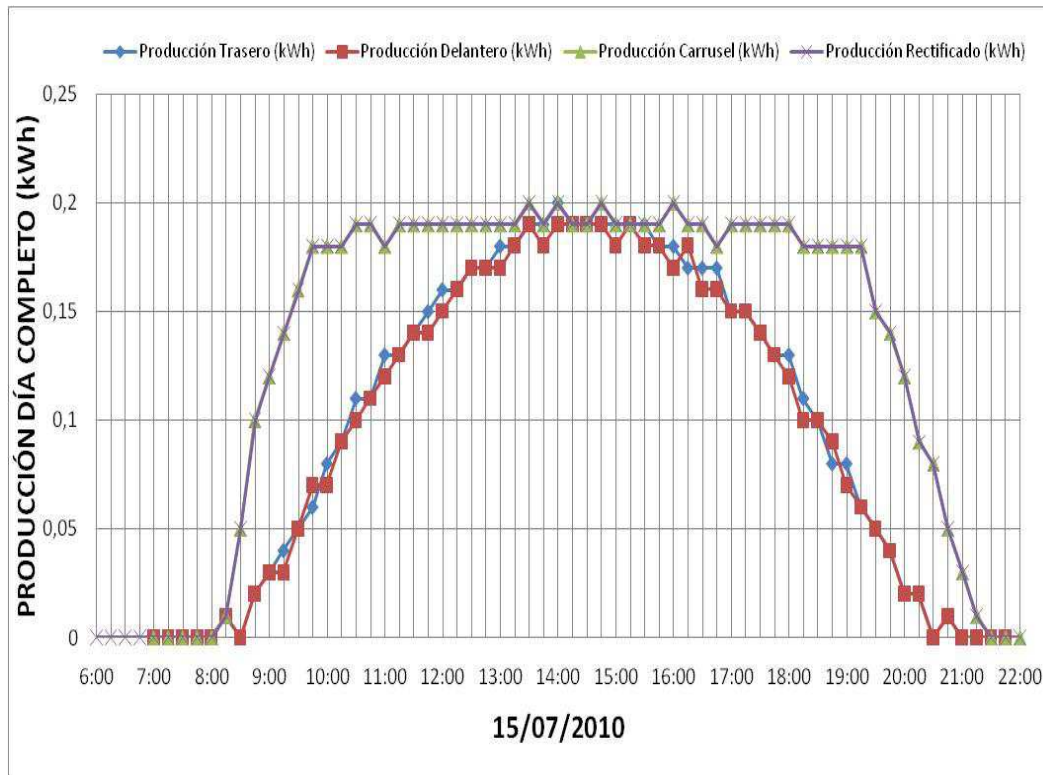


Figura 3.80: Evolución del porcentaje de producción del 15 de julio de 2010

### **Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking**

---

En este ejemplo de día completo “óptimo” se puede apreciar con gran claridad cómo actúa el seguidor fotovoltaico con respecto a los paneles fijos, ampliando el tiempo de máxima producción durante 4 horas antes del mediodía (de las 9 a las 13 horas aproximadamente) y otras cuatro horas después del mediodía (de las 16 horas a las 20 horas). Durante ese tiempo el porcentaje de ganancia se dispara hasta picos del 400-500%, dejando una ganancia medio total de más de 42% (véase en el anexo las tablas de producción de este día), muy por encima de nuestro objetivo inicial del 20%.

Asimismo, se puede ver como la modelo rectificado de día completo que se implementó sigue exactamente los datos previstos con respecto a la realidad, por lo que prácticamente se puede asegurar que durante este día no hubo problema alguno de sobras ajenas.

## 4. Conclusiones

Tras haber expuesto todos los datos recopilados para este proyecto, tanto del seguidor fotovoltaico como del sistema fotovoltaico, podemos llegar a varias conclusiones.

En primer lugar, el objetivo planteado para la viabilidad real del seguidor fotovoltaico, que era del 20%, se ha cumplido con un 20.60%, como se puede ver la tabla de ganancia anual en el anexo de este mismo proyecto. Este dato, a pesar de que podría pensar que es un poco ajustado, tiene importancia, ya que, como ya se hablado antes, ni la localización geográfica (Leganés no tiene tantos días soleados como podríamos conseguir en otras zonas de España) ni la posición local (El seguidor se situó en uno de los tejados del campus de Leganés la universidad Carlos III de Madrid con los consecuentes problemas de sombras ajenas causadas por los edificios circundantes) eran las mejores, de ahí que se puede decir que los datos de ganancia aquí obtenidos son conservadores con respecto a lo que se podría obtener mejorando la localización y la situación.

Por otro lado, hay que hablar acerca de los métodos seguidos para tratar de lograr, mediante fórmulas teóricos y aproximaciones, unos valores que pudieran descontar los problemas de sombras ajenas.

La necesidad de realizar una rectificación de los datos obtenidos del sistema con seguimiento surge por la diferente situación entre los tres sistemas, ya que éstos se encuentran en diferentes alturas y emplazamientos. Con lo que en ningún caso tendrán las mismas sombras ajenas, y, por lo tanto, los datos de producción obtenidos pueden no ser todo lo precisos que deberían.

De esta forma, para eliminar el principal problema de sombras (un edificio que en los meses de invierno anula, casi por completo, la producción obtenida del sistema con seguimiento a partir de la media tarde) se optó por modificar la producción real del sistema con seguimiento, para cada uno de los días, obteniendo otra producción diaria, que se denomina “producción rectificada”. Dicha producción diaria se obtiene como resultado de duplicar la producción obtenida desde el amanecer hasta el mediodía solar. Esto se puede realizar suponiendo que la producción obtenida es simétrica, para días sin cambios climáticos significativos. Para los días en los que el clima por la mañana y por la tarde es diferente, no será tan exacto, pero a la vista de los datos experimentales obtenidos, los datos de producción de sistema con seguimiento de un día completo y de medio día multiplicado por dos son muy similares, aunque no todo lo exactos que deberían.

En este punto, para lograr una mayor exactitud en los datos de la comparación, se partió de una suposición teórica, la cual presupone que el sistema con seguimiento siempre va a tener mejor orientación que cualquiera de los sistemas fijos, por lo que siempre tendrá un valor de ganancia positivo. De esta forma, la “producción rectificada” es el valor máximo entre la producción del sistema con seguimiento y las producciones de los sistemas fijos trasero y delantero. Esta producción rectificada coincidirá con la del sistema con seguimiento si el valor máximo es la producción de este sistema. En cambio, si el valor máximo corresponde a cualquiera de los sistemas fijos, la “producción rectificada” se obtendrá añadiendo a ese valor máximo un porcentaje que representaría la optimización del sistema de seguimiento con respecto al fijo. En nuestro caso, dicho porcentaje se ha tomado como el 10%.

Realizando esta segunda rectificación se comprobó que los datos a valores bajos y medios eran más precisos, aunque a valores altos se cometía un error demasiado grande, por lo que se decidió que la fórmula utilizada sólo fuera usada para valores de producción menores de 0,15 kWh,

### **Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking**

---

mientras que para valores iguales o superiores, sólo se tomase el valor máximo obtenido de la producción del sistema seguidor y de los sistemas fijos trasero y delantero sin añadir el 10% anteriormente mencionado.

Con esta rectificación, se puede apreciar en los datos resultantes que en los días soleados de verano, la producción real del sistema con seguimiento y la producción rectificada apenas difieren, mientras que en los días soleados de invierno logra eliminar por completo el efecto negativo que provoca la sombra uno de los edificios a partir de la media tarde en la producción del sistema con seguimiento. Sin embargo, en los días nublados o con precipitaciones, la producción del sistema con seguimiento real y rectificada son significativamente diferentes, por lo que esta rectificación tampoco logra por completo el objetivo de eliminar por completo el efecto de las sombras ajenas.

## 5. Referencias

- Duffie JA, Beckman WA. Solar engineering of thermal processes. Wiley, New York, 1991.
- Trends 2013 in photovoltaic applications, International Energy Agency (IEA).
- Annual report 2013, International Energy Agency (IEA).
- Specification for solar trackers used for photovoltaic systems, © 2011 International Electrotechnical Commission.
- Guía completa de la energía solar térmica y termoeléctrica, José M<sup>a</sup> Fernández Salgado.
- Conversión de la luz solar en energía eléctrica: manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos, Héctor L. Gasquet.
- Manual del SDK Carrusel 10K seguidor solar a 2 ejes con back-tracking, Sendekia.
- Resumen comparativo de producción del seguidor solar carrusel, Sendekia.

## 6. Anexo

### 6.1 Datos experimentales del seguidor

#### DATOS ANUALES:

*Día completo:*

**Tabla 6.1: Evolución de la producción e irradiancia durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010**

<u>Mes</u>	<u>Producción</u> <u>Trasero</u> <u>(kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Delantero</u> <u>(kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Carrusel</u> <u>(kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Rectificado</u> <u>(kWh)</u>	<u>Irradiancia</u> <u>Media</u> <u>Carrusel</u> <u>(W/m^2)</u>	<u>Irradiancia</u> <u>Media</u> <u>Trasero</u> <u>(W/m^2)</u>	<u>Irradiancia</u> <u>Media</u> <u>Delantero</u> <u>(W/m^2)</u>
DIC09	59,72	61,56	59,1	70,60	2990,73	3076,5	3085,49
ENE10	63,43	60,26	60,75	74,11	4386,64	3162,99	3172,32
FEB10	76,29	75,45	83,6	93,84	4299,02	3920,91	3995,28
MAR10	112,01	116,16	133,13	141,27	6817,1	5749,38	5764,51
ABR10	143,21	140,6	171,64	179,13	8996,18	7167,58	7185,86
MAY10	158,85	161,48	206,6	219,55	11304,82	8220,46	8225,89
JUN10	150,5	147,43	193,92	200,61	10495,01	7646,51	7567,21
JUL10	169,83	166,27	233,24	234,73	12349,58	8649,7	8584,94
AGO10	165,75	162,53	210,29	212,78	11006,81	8367,79	8343,95
SEP10	142,85	140,29	168,65	172,51	8797,84	7150,36	7146,11
OCT10	127,85	125	141,7	148,66	7281,93	6176,61	6107,98
NOV10	84,3	84,41	91,63	101,17	4650,68	4186,75	4160,75
TOTAL	1454,59	1441,44	1754,25	1848,988	93376,34	73475,54	73340,29



# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.2: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

Mes	Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel	Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero	Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
DIC09	0,84	0,83	0,85	-1,04	18,22
ENE10	0,59	0,85	0,81	-4,23	16,84
FEB10	0,83	0,83	0,80	9,58	23,01
MAR10	0,83	0,83	0,86	18,86	26,13
ABR10	0,81	0,85	0,83	19,85	25,09
MAY10	0,78	0,82	0,84	30,06	38,21
JUN10	0,79	0,84	0,83	28,85	33,30
JUL10	0,80	0,84	0,82	37,34	38,21
AGO10	0,81	0,84	0,83	26,87	28,38
SEP10	0,82	0,85	0,84	18,06	20,77
OCT10	0,83	0,88	0,87	10,83	16,28
NOV10	0,84	0,86	0,86	8,70	20,01
TOTAL	0,8	0,84	0,84	20,60	27,11

## Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

---

Medio día:

Tabla 6.3: Evolución de los datos durante el periodo diciembre 2009 – noviembre 2010

<u>Mes</u>	<u>Producción</u> <u>Trasero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Delantero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Carrusel (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Rectificado (kWh)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Rectificado (%)</u>
DIC09	30,99	32,95	31,38	38	1,26	22,61
ENE10	34,17	31,98	32,36	40,32	-5,30	17,99
FEB10	42,94	39,67	44,15	49,20	2,82	14,59
MAR10	61,01	59,83	70,46	73,84	15,49	21,03
ABR10	76,07	74,42	90,96	95,66	19,57	25,76
MAY10	91,45	89,42	112,52	120,12	23,04	31,35
JUN10	81,37	79,37	103,36	107,26	27,02	31,81
JUL10	83,1	81,04	114,36	115,29	37,62	38,73
AGO10	82,86	80,91	106,55	108,20	28,59	30,58
SEP10	72,75	71,21	87,2	89,32	19,86	22,78
OCT10	67,4	65,51	76,33	79,36	13,25	17,75
NOV10	44,36	43,52	48,66	52,99	9,69	19,45
<b>TOTAL</b>	<b>768,47</b>	<b>749,83</b>	<b>918,29</b>	<b>969,553</b>	<b>19,50</b>	<b>26,17</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## DATOS MENSUALES:

### ENERO 2010

Día completo:

Tabla 6.4: Evolución de la producción e irradiancia durante diciembre 2009

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-12	2,84	2,94	3,09	3,4	155,83	159,27	161,67
2-12	0,41	0,41	0,38	0,52	29,03	29,56	27,32
3-12	3,93	4,08	4,2	4,61	196,61	184,59	187,59
4-12	3,75	3,92	3,14	4,38	153,57	183,49	186,01
5-12	3,22	3,38	3,27	3,77	155,83	159,27	161,67
6-12	1,33	1,38	1,36	1,60	79,21	76,12	74,95
7-12	0,45	0,45	0,43	0,609	31,55	31,55	29,54
8-12	1,22	1,2	1,24	1,44	72,74	68,36	67,42
9-12	1,67	1,65	1,57	1,90	79,52	79,51	79,02
10-12	3,43	3,53	3,18	3,86	154,9	163,21	165,11
11-12	3,39	3,56	3,5	3,99	176,66	163,91	166,2
12-12	3,44	3,43	3,9	4,10	177,57	175,8	178,24
13-12	2,18	2,19	2,07	2,50	107,08	105,83	106,21
14-12	3,01	2,98	3,04	3,38	144,76	139,57	140,61
15-12	3,77	3,92	3,9	4,41	177,57	175,8	178,24
16-12	0,58	0,56	0,56	0,71	37,24	37	35,59
17-12	2,4	2,58	2,55	2,88	130,71	127,79	129,03
18-12	0,46	0,47	0,46	0,60	32,11	32,86	31,22
19-12	3,75	3,92	3,81	4,35	176,48	179,18	181,16
20-12	3,69	3,86	3,87	4,37	173,81	172,56	175,07
21-12	0,23	0,27	0,33	0,37	26,28	26,52	24,72
22-12	0,69	0,68	0,67	0,81	42,29	42,41	41,12
23-12	1,09	1,07	1,02	1,24	62,83	64,13	63,59
24-12	1,66	1,57	1,54	1,87	87,03	88,74	89,05
25-12	1,66	1,83	1,19	2,17	53,51	87,33	88,35
26-12	0,58	0,58	0,59	0,71	37,39	38,12	36,46
27-12	1,89	1,98	1,28	2,29	58,55	98,05	98,9
28-12	0,28	0,28	0,26	0,39	22,21	22,61	20,93
29-12	0,26	0,27	0,27	0,33	21,53	21,53	19,78
30-12	1,46	1,64	1,52	1,87	77,06	84,68	84,5
31-12	1	0,98	0,91	1,17	59,27	57,15	56,22
<b>TOTAL</b>	<b>59,72</b>	<b>61,56</b>	<b>59,1</b>	<b>70,60</b>	<b>2990,73</b>	<b>3076,5</b>	<b>3085,49</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.5: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante diciembre 2009

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,84	0,76	0,77	8,80	19,72
0,56	0,59	0,64	-7,32	27,32
0,91	0,91	0,93	6,87	17,33
0,87	0,87	0,90	-16,27	16,83
0,89	0,86	0,90	1,55	17,17
0,73	0,74	0,78	2,26	20,15
0,58	0,61	0,65	-4,44	35,33
0,73	0,76	0,76	1,64	18,20
0,84	0,89	0,89	-5,99	13,71
0,87	0,89	0,91	-7,29	12,10
0,84	0,88	0,91	3,24	17,82
0,93	0,84	0,82	13,37	19,22
0,82	0,88	0,88	-5,05	14,91
0,89	0,92	0,90	1,00	12,39
0,93	0,91	0,94	3,45	16,87
0,64	0,67	0,67	-3,45	22,24
0,83	0,80	0,85	6,25	20,17
0,61	0,6	0,64	0	30,65
0,92	0,89	0,92	1,6	16,08
0,95	0,91	0,94	4,88	18,35
0,53	0,37	0,46	43,48	62,61
0,67	0,69	0,70	-2,90	17,54
0,69	0,72	0,72	-6,42	13,58
0,75	0,80	0,75	-7,23	12,89
0,95	0,81	0,88	-28,31	30,96
0,67	0,65	0,68	1,72	22,07
0,93	0,82	0,85	-32,28	20,90
0,50	0,53	0,57	-7,14	37,5
0,53	0,51	0,58	3,85	26,15
0,84	0,73	0,83	4,11	28,21
0,65	0,74	0,74	-9	16,6
<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,76</b>	<b>-1,04</b>	<b>18,22</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.6: Evolución de los datos durante diciembre 2009

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
1-12	1,74	1,85	2,01	2,11	15,52	21,38
2-12	0,19	0,19	0,17	0,25	-10,53	33,16
3-12	2,02	2,19	2,41	2,53	19,31	25,20
4-12	1,91	2,09	1,34	2,29	-29,8	19,74
5-12	1,76	1,94	1,82	2,17	3,41	23,41
6-12	0,73	0,79	0,79	0,91	8,22	24,38
7-12	0,26	0,25	0,24	0,34	-7,69	28,85
8-12	0,67	0,66	0,68	0,79	1,49	17,91
9-12	1,67	1,65	1,57	1,90	-5,99	13,71
10-12	1,61	1,7	1,45	1,83	-9,94	13,79
11-12	1,68	1,85	1,9	2,10	13,10	24,82
12-12	1,7	1,69	2,05	2,08	20,59	22,18
13-12	0,54	0,53	0,55	0,64	1,85	19,07
14-12	1,12	1,08	1,19	1,28	6,25	13,93
15-12	1,86	2	2,05	2,27	10,22	21,72
16-12	0,2	0,19	0,19	0,25	-5	26
17-12	1,33	1,53	1,43	1,67	7,52	25,56
18-12	0,3	0,31	0,3	0,40	0	31,33
19-12	1,78	1,94	1,91	2,17	7,30	22,02
20-12	1,88	2,05	2,07	2,33	10,11	23,78
21-12	0,05	0,06	0,11	0,12	120	130
22-12	0,3	0,29	0,29	0,35	-3,33	16
23-12	0,42	0,41	0,39	0,48	-7,14	15,24
24-12	0,75	0,69	0,7	0,86	-6,67	14,27
25-12	1,31	1,49	0,85	1,75	-35,11	33,89
26-12	0,2	0,2	0,23	0,26	15	31
27-12	1,17	1,28	0,74	1,48	-36,75	26,75
28-12	0,15	0,15	0,14	0,21	-6,67	39,33
29-12	0,2	0,21	0,21	0,26	5	31
30-12	1,18	1,37	1,28	1,54	8,48	30,68
31-12	0,31	0,32	0,32	0,39	3,23	26,13
<b>TOTAL</b>	<b>30,99</b>	<b>32,95</b>	<b>31,38</b>	<b>38</b>	<b>1,26</b>	<b>22,61</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## ENERO 2010

Día completo:

Tabla 6.7: Evolución de la producción e irradiancia durante enero 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-1	1,13	1,09	1,1	1,32	110,48	65,22	64,33
2-1	0,88	0,87	0,86	1,06	42,29	54,17	53,84
3-1	0,54	0,56	0,52	0,67	196,61	37,44	35,69
4-1	0,13	0,13	0,13	0,23	153,57	15,54	13,37
5-1	1,12	1,09	1,13	1,49	155,83	61,29	60,34
6-1	2,64	2,62	2,54	2,96	144,76	130,74	133,65
7-1	0,13	0,13	0,12	0,26	31,55	15,01	13,42
8-1	3,25	3,32	3,08	3,83	176,66	151,37	150,9
9-1	4	4,02	4,29	4,7	193,81	187,73	191,69
10-1	1,16	1,13	1,11	1,32	154,9	60,25	59,66
11-1	3,21	3,12	3,57	3,83	176,66	151,37	150,9
12-1	0,07	0,07	0,06	0,19	159,76	11,71	10,28
13-1	0,25	0,24	0,22	0,39	107,08	20,83	19,7
14-1	2,65	2,66	2,79	3,01	144,76	130,74	133,65
15-1	2,22	2,21	2,26	2,55	177,57	106,68	108,65
16-1	0,45	0,45	0,41	0,56	37,24	32,09	31,55
17-1	0,47	0,46	0,42	0,58	130,71	32,12	31,14
18-1	2,51	2,49	2,45	2,86	144,76	130,74	133,65
19-1	0,31	0,31	0,34	0,43	176,48	23,86	22,06
20-1	3,53	3,34	2,82	3,83	173,81	167,73	171,69
21-1	1,86	1,8	1,44	2,11	72,83	92,02	93,19
22-1	0,96	0,95	0,92	1,15	42,29	54,17	53,84
23-1	1,66	1,68	1,16	1,97	62,83	82,02	83,19
24-1	2,96	2,92	2,94	3,33	144,76	130,74	133,65
25-1	3,92	3,84	4,29	4,48	193,81	187,73	191,69
26-1	3,98	3,79	2,15	4,09	199,81	189,73	196,69
27-1	1,84	2	1,38	2,35	72,83	92,02	93,19
28-1	3,73	3,97	4,36	4,88	193,81	187,73	191,69
29-1	4,7	2,03	5,35	5,54	239,81	219,73	210,69
30-1	4,46	4,34	3,64	4,95	229,81	209,73	200,69
31-1	2,71	2,63	2,9	3,17	144,76	130,74	133,65
<b>TOTAL</b>	<b>63,43</b>	<b>60,26</b>	<b>60,75</b>	<b>74,11</b>	<b>4386,64</b>	<b>3162,99</b>	<b>3172,32</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.8: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante enero 2010

<u>Irradiancia</u> <u>Media</u> <u>Delantero</u> <u>(W/m^2)</u>	<u>Coeficiente</u> <u>de</u> <u>rendimiento</u> <u>(PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente</u> <u>de</u> <u>rendimiento</u> <u>(PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de</u> <u>rendimiento</u> <u>(PR) Delantero</u>	<u>Ganancia</u> <u>Carrusel</u> <u>(%)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Rectificado</u> <u>(%)</u>
64,33	0,42	0,74	0,72	-2,65	16,55
53,84	0,87	0,69	0,69	-2,27	20,57
35,69	0,11	0,61	0,67	-3,70	23,52
13,37	0,04	0,36	0,41	0,00	80,00
60,34	0,31	0,78	0,77	0,89	32,95
133,65	0,75	0,86	0,83	-3,79	12,27
13,42	0,16	0,37	0,41	-7,69	102,31
150,9	0,74	0,91	0,94	-5,23	17,78
191,69	0,94	0,91	0,89	7,25	17,48
59,66	0,30	0,82	0,81	-4,31	13,79
150,9	0,86	0,90	0,88	11,21	19,41
10,28	0,02	0,25	0,29	-14,29	175,71
19,7	0,09	0,51	0,52	-12,00	55,60
133,65	0,82	0,86	0,85	5,28	13,70
108,65	0,54	0,89	0,87	1,80	14,86
31,55	0,47	0,60	0,61	-8,89	24,44
31,14	0,14	0,62	0,63	-10,64	23,19
133,65	0,72	0,82	0,79	-2,39	13,98
22,06	0,08	0,55	0,60	9,68	39,35
171,69	0,69	0,90	0,83	-20,11	8,50
93,19	0,84	0,86	0,82	-22,58	13,23
53,84	0,93	0,75	0,75	-4,17	19,69
83,19	0,79	0,86	0,86	-30,12	18,55
133,65	0,86	0,96	0,93	-0,68	12,60
191,69	0,94	0,89	0,85	9,44	14,34
196,69	0,46	0,89	0,82	-45,98	2,89
93,19	0,81	0,85	0,91	-25,00	27,66
191,69	0,96	0,85	0,88	16,89	30,78
210,69	0,95	0,91	0,41	13,83	17,91
200,69	0,67	0,90	0,92	-18,39	11,05
133,65	0,85	0,88	0,84	7,01	17,12
<b>3172,32</b>	<b>0,19</b>	<b>0,27</b>	<b>0,26</b>	<b>-4,23</b>	<b>16,84</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.9: Evolución de los datos durante enero 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
1-1	0,56	0,55	0,56	0,68	0,00	20,71
2-1	0,57	0,57	0,57	0,68	0,00	18,77
3-1	0,45	0,47	0,43	0,57	-4,44	26,00
4-1	0,06	0,06	0,06	0,11	0,00	78,33
5-1	0,53	0,58	0,52	0,72	-1,89	35,85
6-1	1,07	1,07	1,04	1,22	-2,80	13,93
7-1	0,07	0,07	0,06	0,13	-14,29	88,57
8-1	2,04	2,12	1,96	2,44	-3,92	19,36
9-1	2,02	2,14	2,25	2,49	11,39	23,02
10-1	0,94	0,92	0,92	1,05	-2,13	11,17
11-1	1,32	1,28	1,69	1,71	28,03	29,70
12-1	0,04	0,03	0,03	0,11	-25,00	167,50
13-1	0,17	0,16	0,15	0,25	-11,76	45,88
14-1	1,61	1,66	1,76	1,85	9,32	15,03
15-1	1,31	1,32	1,37	1,53	4,58	16,95
16-1	0,24	0,24	0,22	0,31	-8,33	28,33
17-1	0,1	0,11	0,09	0,15	-10,00	54,00
18-1	1,4	1,39	1,34	1,59	-4,29	13,29
19-1	0,06	0,07	0,07	0,11	16,67	81,67
20-1	1,72	1,59	1,27	1,83	-26,16	6,63
21-1	1,31	1,27	0,93	1,46	-29,01	11,68
22-1	0,35	0,35	0,37	0,44	5,71	25,71
23-1	1,33	1,35	0,83	1,54	-37,59	15,79
24-1	1,26	1,25	1,11	1,41	-11,90	12,06
25-1	2,32	2,28	2,51	2,63	8,19	13,45
26-1	1,61	1,52	0,91	1,67	-43,48	3,60
27-1	1,25	1,23	0,77	1,45	-38,40	15,92
28-1	1,47	1,9	1,96	2,28	33,33	55,24
29-1	2,42	0	2,79	2,86	15,29	18,26
30-1	2,45	2,38	1,43	2,59	-41,63	5,59
31-1	2,12	2,05	2,39	2,48	12,74	16,89
<b>TOTAL</b>	<b>34,17</b>	<b>31,98</b>	<b>32,36</b>	<b>40,32</b>	<b>-5,30</b>	<b>17,99</b>



# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## FEBRERO 2010

Día completo:

Tabla 6.10: Evolución de la producción e irradiancia durante febrero 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-2	4,74	4,74	5,47	5,69	257,81	214,61	220,62
2-2	4,78	4,67	5,41	5,59	255,25	206,58	216,13
3-2	4,42	4,31	4,98	5,10	237,59	193,41	201,92
4-2	0,96	0,93	0,8	1,12	51,37	53,34	53,95
5-2	4,03	3,92	4,28	4,51	221,04	185,63	192,99
6-2	4,99	4,87	5,82	5,91	277,17	223,54	232,96
7-2	1,61	1,57	1,49	1,82	83,31	81,73	83,15
8-2	1	1,09	0,98	1,28	55,82	60,47	61,17
9-2	4,15	4,07	2,67	4,34	132,68	188,21	197,34
10-2	2,55	0,72	2,01	2,82	102,26	117,78	122,16
11-2	3,33	0,8	1,9	3,57	107,05	144,99	151,21
12-2	4,22	4,13	4,69	4,91	228,78	183,74	192,36
13-2	4,24	4,11	4,57	4,93	223,86	182,62	191,21
14-2	4,22	4,11	4,76	4,88	227,09	182,74	191,56
15-2	0,24	0,09	0,26	0,36	24,28	24,04	22,59
16-2	0,39	0,39	0,31	0,48	26,63	29,86	28,24
17-2	2,46	2,39	2,4	2,79	133,38	126,55	126,19
18-2	1,47	1,43	1,47	1,70	80,4	77,8	75,57
19-2	3,02	2,98	3,17	3,44	162,17	149,67	148,48
20-2	5,67	5,52	6,56	6,68	318,85	263,07	263,37
21-2	0,77	0,75	0,75	0,94	46,87	45,14	44,1
22-2	2,55	2,51	2,51	2,91	146,89	132,43	130,92
23-2	1,79	1,74	1,62	2,06	108,75	96,41	95,08
24-2	3,39	3,32	3,6	3,93	188,05	168,94	168,51
25-2	1,4	1,35	1,26	1,58	80,6	79,68	78,08
26-2	2,89	2,84	2,88	3,23	153,5	144,4	143,62
27-2	1,01	0,99	0,92	1,17	59,53	60,73	58,56
28-2	5,15	5,11	6,06	6,11	308,04	302,8	303,24
<b>TOTAL</b>	<b>76,29</b>	<b>75,45</b>	<b>83,6</b>	<b>93,84</b>	<b>4299,02</b>	<b>3920,91</b>	<b>3995,28</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.11: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante febrero 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,90	0,94	0,91	15,40	20,11
0,90	0,98	0,92	13,18	17,03
0,89	0,97	0,91	12,67	15,32
0,66	0,77	0,73	-16,67	16,35
0,82	0,92	0,86	6,20	11,79
0,89	0,95	0,89	16,63	18,46
0,76	0,84	0,80	-7,45	13,29
0,75	0,70	0,76	-2,00	28,10
0,86	0,94	0,88	-35,66	4,55
0,84	0,92	0,25	-21,18	10,71
0,76	0,98	0,23	-42,94	7,27
0,87	0,98	0,91	11,14	16,33
0,87	0,99	0,91	7,78	16,18
0,89	0,98	0,91	12,80	15,69
0,46	0,42	0,17	8,33	51,67
0,50	0,56	0,59	-20,51	22,82
0,77	0,83	0,81	-2,44	13,33
0,78	0,80	0,81	0,00	15,78
0,83	0,86	0,85	4,97	13,74
0,88	0,92	0,89	15,70	17,81
0,68	0,73	0,72	-2,60	22,60
0,73	0,82	0,82	-1,57	13,92
0,63	0,79	0,78	-9,50	14,97
0,81	0,85	0,84	6,19	15,78
0,67	0,75	0,74	-10,00	12,93
0,80	0,85	0,84	-0,35	11,83
0,66	0,71	0,72	-8,91	15,54
0,84	0,31	0,72	17,67	18,66
<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,80</b>	<b>9,58</b>	<b>23,01</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.12: Evolución de los datos durante febrero 2010

<u>Día</u>	<u>Producción</u> <u>Trasero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Delantero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Carrusel (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Rectificado (kWh)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Rectificado (%)</u>
1-2	2,36	2,42	2,82	2,90	19,49	23,05
2-2	2,41	2,34	2,78	2,82	15,35	17,14
3-2	2,34	2,24	2,62	2,69	11,97	14,83
4-2	0,61	0,59	0,53	0,70	-13,11	14,59
5-2	2,12	2,05	2,2	2,35	3,77	10,66
6-2	2,57	2,48	3,01	3,03	17,12	18,02
7-2	0,87	0,84	0,81	0,97	-6,90	11,03
8-2	0,17	0,17	0,19	0,24	11,76	38,82
9-2	2,55	2,5	1,59	2,66	-37,65	4,35
10-2	1,63	0,72	1,16	1,78	-28,83	9,39
11-2	1,34	0	0,87	1,47	-35,07	9,55
12-2	2,58	2,5	3	3,03	16,28	17,33
13-2	1,82	1,75	1,89	2,09	3,85	14,95
14-2	2,23	2,16	2,5	2,55	12,11	14,44
15-2	0,07	0,03	0,13	0,15	85,71	110,00
16-2	0,15	0,15	0,11	0,20	-26,67	30,00
17-2	1,43	1,37	1,4	1,60	-2,10	11,68
18-2	0,94	0,92	0,94	1,08	0,00	15,00
19-2	0,98	0,97	0,94	1,10	-4,08	11,73
20-2	2,85	2,77	3,37	3,38	18,25	18,60
21-2	0,12	0,12	0,09	0,16	-25,00	34,17
22-2	1,04	1,01	0,91	1,19	-12,50	14,04
23-2	1,51	1,46	1,43	1,71	-5,30	13,25
24-2	2,61	2,56	2,9	2,95	11,11	13,10
25-2	0,91	0,87	0,82	1,00	-9,89	10,11
26-2	1,92	1,88	1,95	2,09	1,56	8,75
27-2	0,57	0,56	0,52	0,65	-8,77	13,33
28-2	2,24	2,24	2,67	2,69	19,20	19,96
<b>TOTAL</b>	<b>42,94</b>	<b>39,67</b>	<b>44,15</b>	<b>49,20</b>	<b>2,82</b>	<b>14,59</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## MARZO 2010

Día completo:

Tabla 6.13: Evolución de la producción e irradiancia durante marzo 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-3	5,40	5,31	6,27	6,37	316,73	258,73	261,08
2-3	2,91	2,85	2,97	3,26	207,41	193,19	191,72
3-3	3,02	2,96	2,91	4,12	170,00	149,72	148,94
4-3	3,22	3,18	3,11	3,57	184,64	166,20	165,88
5-3	0,66	0,65	0,51	0,79	37,40	42,79	41,06
6-3	0,61	0,60	0,48	0,79	37,53	42,17	40,62
7-3	1,90	1,86	1,72	2,19	99,47	102,46	101,30
8-3	4,68	4,59	5,15	5,46	256,75	216,61	217,70
9-3	6,05	5,94	7,22	7,29	342,27	278,19	281,19
10-3	5,68	5,57	6,74	6,76	316,73	258,73	261,08
11-3	4,62	4,52	5,42	5,53	249,87	206,59	207,74
12-3	1,06	1,04	0,91	1,27	56,01	60,90	59,20
13-3	5,76	5,65	6,80	6,82	323,96	266,11	268,26
14-3	6,20	6,07	7,39	7,46	356,86	288,04	290,61
15-3	5,78	5,68	6,99	7,03	329,08	264,73	266,85
16-3	5,62	5,54	6,78	6,78	327,78	263,82	265,77
17-3	5,82	5,74	7,09	7,12	345,13	274,86	277,35
18-3	3,13	3,08	3,45	3,78	185,52	157,00	156,88
19-3	1,28	1,26	1,26	1,56	77,04	73,57	72,01
20-3	1,78	1,75	1,61	2,06	91,11	93,98	92,69
21-3	2,18	2,14	2,01	2,46	105,49	110,93	109,89
22-3	5,10	5,04	6,24	6,33	298,05	240,23	242,53
23-3	3,37	3,31	3,60	3,87	182,44	163,69	163,52
24-3	3,82	3,76	4,12	4,51	232,67	190,52	190,51
25-3	1,35	1,31	1,39	1,79	88,84	75,42	73,75
26-3	4,02	3,96	4,56	4,56	232,67	190,52	190,51
27-3	5,78	5,68	6,97	6,97	329,08	264,73	266,85
28-3	5,10	5,04	6,26	6,26	298,05	240,23	242,53
29-3	2,67	2,62	2,51	2,98	154,19	139,37	138,89
30-3	3,44	3,37	3,20	4,02	205,44	175,01	175,04
31-3	6,20	6,09	7,49	7,53	378,89	300,34	302,56
<b>TOTAL</b>	<b>112,01</b>	<b>116,16</b>	<b>133,13</b>	<b>141,27</b>	<b>6817,10</b>	<b>5749,38</b>	<b>5764,51</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.14: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante marzo 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,84	0,89	0,87	16,11	17,93
0,61	0,64	0,63	2,06	12,03
0,73	0,86	0,85	-3,64	36,46
0,72	0,82	0,82	-3,42	10,87
0,58	0,66	0,67	-22,73	19,85
0,54	0,62	0,63	-21,31	28,69
0,74	0,79	0,78	-9,47	15,05
0,85	0,92	0,90	10,04	16,62
0,90	0,93	0,90	19,34	20,50
0,91	0,93	0,91	18,66	19,01
0,92	0,95	0,93	17,32	19,76
0,69	0,74	0,75	-14,15	19,91
0,89	0,92	0,90	18,06	18,47
0,88	0,92	0,89	19,19	20,32
0,90	0,93	0,91	20,93	21,63
0,88	0,91	0,89	20,64	20,64
0,87	0,90	0,88	21,82	22,34
0,79	0,85	0,84	10,22	20,61
0,70	0,74	0,74	-1,56	21,88
0,75	0,81	0,80	-9,55	15,56
0,81	0,84	0,83	-7,80	12,75
0,89	0,90	0,88	22,35	24,08
0,84	0,88	0,86	6,82	14,84
0,75	0,85	0,84	7,85	18,12
0,67	0,76	0,76	2,96	32,22
0,83	0,90	0,88	13,43	13,43
0,90	0,93	0,91	20,59	20,59
0,89	0,90	0,88	22,75	22,75
0,69	0,82	0,80	-5,99	11,61
0,66	0,84	0,82	-6,98	16,83
0,84	0,34	0,86	20,81	21,50
<b>0,79</b>	<b>0,83</b>	<b>0,82</b>	<b>18,86</b>	<b>26,13</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.15: Evolución de los datos durante marzo 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
1-3	2,69	2,64	3,11	3,17	15,61	17,96
2-3	1,74	1,71	1,84	1,95	5,75	12,07
3-3	0,89	0,87	1,74	1,80	95,51	101,69
4-3	2,00	1,98	2,14	2,25	7,00	12,55
5-3	0,44	0,43	0,33	0,53	-25,00	19,77
6-3	0,33	0,32	0,24	0,38	-27,27	16,36
7-3	1,13	1,11	1,06	1,29	-6,19	13,72
8-3	2,97	2,90	3,35	3,52	12,79	18,52
9-3	3,03	2,97	3,62	3,63	19,47	19,80
10-3	3,05	2,99	3,69	3,69	20,98	20,98
11-3	2,02	1,98	2,45	2,51	21,29	24,41
12-3	0,76	0,75	0,66	0,89	-13,16	16,71
13-3	2,98	2,90	3,51	3,51	17,79	17,79
14-3	3,18	3,11	3,81	3,83	19,81	20,44
15-3	3,05	3,00	3,73	3,73	22,30	22,30
16-3	3,07	3,01	3,74	3,74	21,82	21,82
17-3	3,08	3,02	3,72	3,74	20,78	21,43
18-3	0,76	0,75	0,69	0,87	-9,21	14,87
19-3	0,46	0,46	0,41	0,56	-10,87	22,39
20-3	1,04	1,02	0,95	1,21	-8,65	16,54
21-3	1,10	1,07	1,00	1,24	-9,09	12,73
22-3	2,76	2,72	3,35	3,39	21,38	22,90
23-3	1,94	1,91	2,11	2,23	8,76	15,00
24-3	2,43	2,39	2,57	2,85	5,76	17,12
25-3	1,09	1,05	1,15	1,43	5,50	31,01
26-3	2,69	2,64	2,96	2,96	10,04	10,04
27-3	3,18	3,11	3,92	3,92	23,27	23,27
28-3	2,02	1,98	2,81	2,81	39,11	39,11
29-3	1,27	1,25	1,33	1,45	4,72	14,33
30-3	1,47	1,44	1,47	1,73	0,00	17,35
31-3	2,39	2,35	3,00	3,03	25,52	26,86
<b>TOTAL</b>	<b>61,01</b>	<b>59,83</b>	<b>70,46</b>	<b>73,84</b>	<b>15,49</b>	<b>21,03</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## ABRIL 2010

Día completo:

Tabla 6.16: Evolución de la producción e irradiancia durante abril 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-4	4,40	4,34	4,35	5,08	258,44	221,29	222,11
2-4	6,37	6,25	7,95	7,96	393,26	305,34	307,57
3-4	2,60	2,55	2,61	3,01	139,50	132,09	131,28
4-4	6,16	6,05	7,78	7,79	385,97	298,68	300,59
5-4	6,10	6,00	7,48	7,52	364,43	288,65	290,76
6-4	5,24	5,16	7,05	7,07	352,43	257,31	258,87
7-4	5,97	5,85	7,52	7,63	376,59	287,23	288,94
8-4	6,27	6,15	8,01	8,03	387,82	297,97	299,45
9-4	6,32	6,21	8,09	8,11	398,06	304,07	305,64
10-4	6,31	6,20	8,04	8,06	429,29	361,67	364,13
11-4	6,38	6,25	8,17	8,19	428,96	314,25	315,60
12-4	5,19	5,09	6,25	6,34	316,00	255,53	256,17
13-4	0,84	0,83	0,77	1,00	52,50	53,70	51,79
14-4	1,39	1,35	1,25	1,62	76,74	80,20	78,38
15-4	2,49	2,41	2,55	3,04	151,37	132,67	132,00
16-4	3,95	3,89	3,90	4,48	225,40	201,26	201,09
17-4	2,88	2,81	2,50	3,22	156,62	151,50	151,08
18-4	2,73	2,68	2,87	3,17	157,35	141,89	140,99
19-4	4,77	4,63	5,00	5,82	291,97	244,82	246,03
20-4	4,93	4,86	5,91	6,05	295,51	240,87	241,34
21-4	3,94	3,88	3,95	4,52	222,94	198,12	197,74
22-4	5,21	5,11	5,86	6,40	332,13	261,19	262,16
23-4	4,43	4,32	4,75	5,70	282,10	218,81	219,26
24-4	5,70	5,61	7,36	7,41	374,79	283,55	284,72
25-4	5,68	5,58	7,21	7,24	372,57	286,52	287,21
26-4	5,86	5,78	7,70	7,72	392,87	293,53	294,29
27-4	5,37	5,29	6,88	6,90	351,88	265,33	265,78
28-4	5,78	5,70	7,45	7,47	383,59	288,71	289,45
29-4	5,27	5,18	6,09	6,11	321,49	267,05	267,43
30-4	4,68	4,59	6,34	6,49	323,61	233,78	234,01
<b>TOTAL</b>	<b>143,21</b>	<b>140,60</b>	<b>171,64</b>	<b>179,14</b>	<b>8996,18</b>	<b>7167,58</b>	<b>7185,86</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.17: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante abril 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,72	0,85	0,83	-1,14	15,41
0,86	0,89	0,86	24,80	24,98
0,80	0,84	0,83	0,38	15,65
0,86	0,88	0,86	26,30	26,46
0,87	0,90	0,88	22,62	23,28
0,85	0,87	0,85	34,54	34,94
0,85	0,88	0,86	25,96	27,86
0,88	0,90	0,87	27,75	28,09
0,86	0,88	0,86	28,01	28,34
0,80	0,74	0,72	27,42	27,73
0,81	0,86	0,84	28,06	28,37
0,84	0,86	0,85	20,42	22,16
0,62	0,67	0,68	-8,33	19,29
0,69	0,74	0,73	-10,07	16,47
0,72	0,80	0,78	2,41	22,09
0,74	0,84	0,82	-1,27	13,29
0,68	0,81	0,79	-13,19	11,88
0,78	0,82	0,81	5,13	16,04
0,73	0,83	0,80	4,82	21,95
0,85	0,87	0,86	19,88	22,62
0,75	0,85	0,83	0,25	14,75
0,75	0,85	0,83	12,48	22,90
0,72	0,86	0,84	7,22	28,58
0,84	0,86	0,84	29,12	29,98
0,82	0,84	0,83	26,94	27,46
0,83	0,85	0,84	31,40	31,74
0,83	0,86	0,85	28,12	28,49
0,83	0,85	0,84	28,89	29,26
0,81	0,84	0,82	15,56	16,00
0,83	0,85	0,83	35,47	38,57
<b>0,81</b>	<b>0,85</b>	<b>0,83</b>	<b>19,85</b>	<b>25,09</b>



# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.18: Evolución de los datos durante abril 2010

<u>Día</u>	<u>Producción</u> <u>Trasero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Delantero</u> <u>(kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Carrusel</u> <u>(kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Rectificado</u> <u>(kWh)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Carrusel</u> <u>(%)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Rectificado</u> <u>(%)</u>
1-4	2,05	2,02	1,57	2,22	-23,41	8,44
2-4	3,37	3,29	4,16	4,16	23,44	23,44
3-4	1,94	1,91	2,01	2,21	3,61	14,12
4-4	3,31	3,25	4,20	4,21	26,89	27,19
5-4	3,30	3,24	4,10	4,13	24,24	25,15
6-4	2,68	2,63	4,06	4,08	51,49	52,24
7-4	2,95	2,88	3,62	3,73	22,71	26,51
8-4	3,40	3,32	4,29	4,31	26,18	26,76
9-4	3,39	3,32	4,28	4,30	26,25	26,84
10-4	3,39	3,32	4,24	4,26	25,07	25,66
11-4	2,56	2,50	3,47	3,47	35,55	35,55
12-4	3,14	3,06	3,97	4,02	26,43	28,15
13-4	0,46	0,44	0,41	0,55	-10,87	18,91
14-4	0,54	0,53	0,49	0,64	-9,26	17,96
15-4	1,05	0,99	0,80	1,16	-23,81	10,48
16-4	2,28	2,25	2,20	2,55	-3,51	11,71
17-4	1,17	1,13	0,96	1,34	-17,95	14,44
18-4	1,03	1,01	1,03	1,17	0,00	13,79
19-4	2,01	1,92	1,52	2,26	-24,38	12,19
20-4	2,79	2,74	3,25	3,35	16,49	20,00
21-4	2,55	2,50	2,73	3,00	7,06	17,76
22-4	3,04	2,97	3,63	3,86	19,41	27,11
23-4	2,44	2,37	2,87	3,39	17,62	38,81
24-4	3,18	3,12	4,12	4,13	29,56	29,87
25-4	3,26	3,19	4,19	4,21	28,53	29,14
26-4	3,21	3,16	4,16	4,18	29,60	30,22
27-4	3,07	3,01	4,09	4,11	33,22	33,88
28-4	3,18	3,12	4,13	4,14	29,87	30,19
29-4	2,82	2,77	3,12	3,14	10,64	11,38
30-4	2,51	2,46	3,29	3,38	31,08	34,70
<b>TOTAL</b>	<b>76,07</b>	<b>74,42</b>	<b>90,96</b>	<b>95,66</b>	<b>19,57</b>	<b>25,76</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## MAYO 2010

Día completo:

Tabla 6.19: Evolución de la producción e irradiancia durante mayo 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-5	5,62	5,52	7,29	7,55	385,50	278,20	279,47
2-5	4,84	4,73	6,01	6,35	321,67	243,02	243,08
3-5	5,29	5,16	5,08	6,35	330,35	260,46	260,88
4-5	5,94	5,79	6,82	7,64	384,86	284,99	285,84
5-5	5,35	5,26	6,69	7,59	378,09	258,83	259,21
6-5	6,34	6,21	8,58	8,59	429,76	307,14	307,89
7-5	3,72	3,64	3,87	4,22	208,37	183,98	183,34
8-5	3,54	3,45	3,87	4,83	235,07	175,41	174,91
9-5	4,58	4,45	4,63	5,64	305,12	231,55	231,90
10-5	4,15	4,05	5,09	5,68	283,10	206,83	206,20
11-5	4,31	4,22	4,87	5,89	287,76	215,52	215,08
12-5	4,30	4,19	3,99	4,84	254,92	217,71	217,27
13-5	3,82	3,74	3,73	4,95	253,80	192,82	192,42
14-5	5,14	5,03	5,06	5,89	302,42	254,26	254,61
15-5	5,27	5,16	6,22	7,23	369,90	260,01	260,56
16-5	6,44	6,30	8,96	8,99	453,66	316,36	317,10
17-5	6,23	6,10	8,67	8,68	440,86	307,27	307,88
18-5	6,07	5,97	8,34	8,38	424,07	300,39	300,94
19-5	6,13	6,01	8,58	8,59	445,71	307,01	307,40
20-5	6,37	6,23	8,78	8,81	444,97	313,02	313,33
21-5	6,06	6,18	8,61	8,64	443,15	307,76	308,09
22-5	6,10	5,99	8,42	8,43	437,44	307,80	307,83
23-5	6,00	5,91	8,13	8,15	424,37	304,66	304,65
24-5	5,70	5,58	7,64	7,68	392,52	288,47	288,51
25-5	5,29	5,17	6,69	7,44	379,26	265,86	265,94
26-5	5,93	5,81	7,51	7,62	403,16	301,76	302,13
27-5	4,21	4,12	4,78	4,91	250,12	209,88	209,21
28-5	4,10	4,00	4,89	5,10	271,88	210,32	209,14
29-5	6,15	6,05	8,62	8,65	452,45	311,36	312,48
30-5	5,86	5,76	7,99	8,00	429,14	302,22	302,83
31-5	5,79	5,70	8,19	8,22	481,37	295,59	295,77
<b>TOTAL</b>	<b>158,85</b>	<b>161,48</b>	<b>206,60</b>	<b>219,55</b>	<b>11304,82</b>	<b>8220,46</b>	<b>8225,89</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.20: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante mayo 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,80	0,86	0,84	29,72	34,40
0,80	0,85	0,83	24,17	31,18
0,65	0,86	0,84	-3,97	20,09
0,75	0,89	0,86	14,81	28,65
0,75	0,88	0,86	25,05	41,89
0,85	0,88	0,86	35,33	35,49
0,79	0,86	0,84	4,03	13,49
0,70	0,86	0,84	9,32	36,55
0,65	0,84	0,82	1,09	23,08
0,77	0,85	0,84	22,65	36,89
0,72	0,85	0,83	12,99	36,66
0,67	0,84	0,82	-7,21	12,63
0,63	0,84	0,83	-2,36	29,58
0,71	0,86	0,84	-1,56	14,67
0,72	0,86	0,84	18,03	37,19
0,84	0,87	0,85	39,13	39,60
0,84	0,86	0,84	39,17	39,33
0,84	0,86	0,84	37,40	38,06
0,82	0,85	0,83	39,97	40,13
0,84	0,87	0,85	37,83	38,30
0,83	0,84	0,85	42,08	42,57
0,82	0,84	0,83	38,03	38,20
0,82	0,84	0,83	35,50	35,83
0,83	0,84	0,82	34,04	34,75
0,75	0,85	0,83	26,47	40,70
0,79	0,84	0,82	26,64	28,43
0,81	0,85	0,84	13,54	16,67
0,77	0,83	0,81	19,27	24,41
0,81	0,84	0,82	40,16	40,65
0,79	0,83	0,81	36,35	36,52
0,72	0,45	0,82	41,45	41,97
<b>0,78</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>	<b>30,06</b>	<b>38,21</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.21: Evolución de los datos durante mayo 2010

<u>Día</u>	<u>Producción Trasero (kWh)</u>	<u>Producción Delantero (kWh)</u>	<u>Producción Carrusel (kWh)</u>	<u>Producción Rectificado (kWh)</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
1-5	2,98	2,92	3,60	3,76	20,81	26,01
2-5	3,17	3,10	4,14	4,26	30,60	34,26
3-5	3,03	2,96	2,95	3,80	-2,64	25,48
4-5	3,45	3,36	3,98	4,31	15,36	24,93
5-5	2,70	2,64	3,49	3,91	29,26	44,63
6-5	3,45	3,36	4,67	4,68	35,36	35,65
7-5	2,27	2,21	2,38	2,52	4,85	10,88
8-5	2,30	2,24	2,38	2,93	3,48	27,43
9-5	2,37	2,28	1,93	2,62	-18,57	10,59
10-5	1,98	1,92	2,24	2,48	13,13	25,25
11-5	2,04	1,99	2,35	2,78	15,20	36,08
12-5	3,27	3,18	3,09	3,67	-5,50	12,35
13-5	2,37	2,31	2,50	3,32	5,49	40,04
14-5	2,89	2,81	3,03	3,52	4,84	21,87
15-5	3,01	2,94	3,67	4,26	21,93	41,46
16-5	3,53	3,43	4,80	4,82	35,98	36,54
17-5	3,42	3,34	4,67	4,67	36,55	36,55
18-5	3,37	3,31	4,62	4,64	37,09	37,69
19-5	3,32	3,24	4,55	4,56	37,05	37,35
20-5	3,50	3,40	4,74	4,77	35,43	36,29
21-5	3,29	3,37	4,57	4,60	38,91	39,82
22-5	3,34	3,27	4,53	4,54	35,63	35,93
23-5	3,25	3,20	4,42	4,43	36,00	36,31
24-5	3,24	3,16	4,33	4,35	33,64	34,26
25-5	2,47	2,41	2,83	3,46	14,57	40,20
26-5	3,10	3,04	3,50	3,59	26,47	40,70
27-5	2,07	2,03	2,29	2,38	10,63	14,73
28-5	2,54	2,48	2,99	3,18	17,72	25,24
29-5	3,30	3,23	4,44	4,47	34,55	35,45
30-5	3,27	3,19	4,47	4,48	36,70	37,00
31-5	3,16	3,10	4,37	4,38	38,29	38,61
<b>TOTAL</b>	<b>91,45</b>	<b>89,42</b>	<b>112,52</b>	<b>120,12</b>	<b>23,04</b>	<b>31,35</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## JUNIO 2010

Día completo:

Tabla 6.22: Evolución de la producción e irradiancia durante junio 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-6	5,13	5,04	6,95	7,04	371,75	259,63	259,01
2-6	4,29	4,18	4,70	5,00	258,44	218,14	216,99
3-6	4,78	4,67	6,19	6,39	340,60	246,38	245,53
4-6	5,76	5,66	7,98	8,00	424,02	292,21	292,01
5-6	5,69	5,57	7,76	7,79	410,20	286,54	285,91
6-6	6,08	5,95	7,78	7,82	412,28	305,30	305,33
7-6	5,92	5,80	8,22	8,22	433,54	296,70	296,29
8-6	5,06	4,93	6,22	6,44	336,99	251,10	250,18
9-6	1,31	1,28	1,28	1,60	80,31	80,00	77,49
10-6	4,28	4,18	3,78	5,21	277,07	220,81	219,90
11-6	4,08	3,97	3,92	4,78	242,45	205,89	204,80
12-6	2,25	2,20	2,32	2,62	130,20	122,72	120,36
13-6	4,85	4,76	5,70	6,12	329,28	251,64	251,17
14-6	4,63	4,55	5,56	5,87	306,59	238,70	237,86
15-6	4,69	4,59	6,00	6,88	352,98	232,60	231,60
16-6	3,25	3,18	3,60	3,85	191,63	168,81	167,38
17-6	5,42	5,30	7,19	7,21	383,31	276,73	276,00
18-6	4,87	4,76	6,15	6,45	337,88	244,92	243,84
19-6	5,90	5,78	8,41	8,59	441,71	296,32	295,98
20-6	6,37	6,22	9,12	9,14	474,63	315,68	304,42
21-6	6,24	6,10	8,92	8,95	463,75	309,05	297,82
22-6	6,00	5,88	8,58	8,59	452,86	302,38	291,34
23-6	5,91	5,80	8,36	8,37	435,39	297,01	285,96
24-6	5,70	5,61	7,85	7,87	412,66	289,18	278,33
25-6	5,44	5,34	6,64	6,72	351,78	277,37	275,90
26-6	5,39	5,30	7,16	7,23	378,28	274,52	273,31
27-6	3,97	3,91	4,89	5,06	265,44	208,39	207,32
28-6	5,83	5,72	7,50	7,55	397,75	296,64	295,83
29-6	5,66	5,56	7,39	7,43	386,91	288,62	287,72
30-6	5,75	5,64	7,80	7,83	414,33	292,53	291,63
<b>TOTAL</b>	<b>150,50</b>	<b>147,43</b>	<b>193,92</b>	<b>200,61</b>	<b>10495,01</b>	<b>7646,51</b>	<b>7567,21</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.23: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante junio 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,80	0,84	0,83	35,48	37,29
0,77	0,84	0,82	9,56	16,64
0,77	0,83	0,81	29,50	33,60
0,80	0,84	0,82	38,54	38,89
0,80	0,84	0,83	36,38	36,98
0,80	0,85	0,83	27,96	28,62
0,81	0,85	0,83	38,85	38,85
0,79	0,86	0,84	22,92	27,33
0,68	0,70	0,70	-2,29	21,98
0,58	0,82	0,81	-11,68	21,82
0,69	0,84	0,82	-3,92	17,06
0,76	0,78	0,78	3,11	16,22
0,74	0,82	0,81	17,53	26,19
0,77	0,83	0,81	20,09	26,83
0,72	0,86	0,84	27,93	46,67
0,80	0,82	0,81	10,77	18,31
0,80	0,83	0,82	32,66	33,10
0,77	0,85	0,83	26,28	32,40
0,81	0,85	0,83	42,54	45,63
0,82	0,86	0,87	43,17	43,49
0,82	0,86	0,87	42,95	43,43
0,81	0,84	0,86	43,00	43,17
0,82	0,85	0,86	41,46	41,62
0,81	0,84	0,86	37,72	38,07
0,80	0,83	0,82	22,06	23,47
0,81	0,84	0,83	32,84	34,04
0,78	0,81	0,80	23,17	27,41
0,80	0,84	0,82	28,64	29,47
0,81	0,83	0,82	30,57	31,27
0,80	0,84	0,82	35,65	36,17
<b>0,79</b>	<b>0,84</b>	<b>0,83</b>	<b>28,85</b>	<b>33,30</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.24: Evolución de los datos durante junio 2010

<u>Día</u>	<u>Producción</u> <u>Trasero</u> <u>(kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Delantero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Carrusel (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Rectificado</u> <u>(kWh)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Rectificado (%)</u>
1-6	2,90	2,83	3,98	4,03	37,24	38,86
2-6	2,17	2,09	2,23	2,49	2,76	14,65
3-6	2,61	2,54	3,30	3,43	26,44	31,53
4-6	3,19	3,12	4,33	4,34	35,74	36,05
5-6	3,08	3,01	4,17	4,20	35,39	36,49
6-6	3,32	3,24	4,38	4,41	31,93	32,83
7-6	3,18	3,11	4,29	4,29	34,91	34,91
8-6	3,30	3,20	4,49	4,54	36,06	37,58
9-6	0,50	0,49	0,47	0,61	-6,00	22,80
10-6	2,17	2,11	1,61	2,49	-25,81	14,61
11-6	2,51	2,42	2,56	3,05	1,99	21,59
12-6	1,09	1,07	1,14	1,30	4,59	19,54
13-6	2,36	2,30	2,82	3,15	19,49	33,31
14-6	2,13	2,08	2,26	2,37	6,10	11,31
15-6	2,76	2,70	3,58	4,07	29,71	47,32
16-6	2,33	2,28	2,67	2,80	14,59	19,96
17-6	3,35	3,26	4,50	4,52	34,33	34,93
18-6	2,94	2,86	3,72	3,76	26,53	27,93
19-6	2,99	2,91	4,08	4,26	36,45	42,41
20-6	3,38	3,30	4,67	4,69	38,17	38,76
21-6	3,36	3,27	4,68	4,70	39,29	39,88
22-6	3,20	3,12	4,44	4,45	38,75	39,06
23-6	3,15	3,08	4,32	4,33	37,14	37,46
24-6	3,12	3,06	4,26	4,27	36,54	36,86
25-6	2,89	2,82	3,60	3,65	24,57	26,19
26-6	2,91	2,85	3,71	3,76	27,49	29,04
27-6	1,28	1,27	1,23	1,38	-3,91	7,42
28-6	3,07	3,00	3,67	3,70	19,54	20,65
29-6	3,04	2,97	4,03	4,04	32,57	32,89
30-6	3,09	3,01	4,17	4,19	34,95	35,60
<b>TOTAL</b>	<b>81,37</b>	<b>79,37</b>	<b>103,36</b>	<b>107,26</b>	<b>27,02</b>	<b>31,81</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## JULIO 2010

Día completo:

Tabla 6.25: Evolución de la producción e irradiancia durante julio 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-7	4,69	4,59	6,01	6,27	326,63	240,01	238,63
2-7	3,60	3,55	4,05	4,12	224,23	193,13	191,96
3-7	4,77	4,68	5,70	5,92	313,46	248,13	247,22
4-7	5,73	5,62	7,97	7,99	423,74	292,67	291,91
5-7	5,70	5,59	7,98	8,00	421,68	290,04	289,32
6-7	5,77	5,67	8,05	8,08	428,47	296,94	296,22
7-7	5,61	5,52	7,62	7,64	405,64	287,95	287,05
8-7	1,62	1,58	2,02	2,15	109,59	84,45	81,50
9-7	5,79	5,67	8,09	8,11	423,93	291,94	289,52
10-7	5,66	5,57	7,72	7,73	405,58	287,62	285,08
11-7	5,73	5,61	7,91	7,91	412,50	288,87	286,16
12-7	5,74	5,64	8,04	8,07	409,09	282,99	280,45
13-7	5,94	5,80	8,44	8,45	451,56	297,09	294,58
14-7	6,02	5,88	8,50	8,52	449,45	298,03	295,63
15-7	6,03	5,89	8,60	8,60	449,08	294,74	292,46
16-7	5,89	5,76	8,30	8,32	435,28	290,67	288,50
17-7	5,74	5,63	8,16	8,19	438,18	288,53	285,98
18-7	5,71	5,60	7,97	7,99	426,20	287,92	285,53
19-7	5,51	5,40	7,71	7,71	406,03	275,77	273,46
20-7	5,72	5,60	7,91	7,91	414,06	283,37	281,00
21-7	5,56	5,48	6,47	6,97	360,29	283,20	280,84
22-7	5,83	5,70	8,14	8,18	438,05	352,86	350,75
23-7	5,83	5,70	8,09	8,09	422,85	288,23	285,91
24-7	5,72	5,57	7,81	7,82	414,15	279,36	277,08
25-7	5,84	5,71	8,21	8,22	437,39	293,05	290,76
26-7	5,95	5,74	8,26	8,26	433,22	290,61	288,14
27-7	5,73	5,64	8,09	8,09	429,35	288,62	286,07
28-7	5,56	5,41	7,79	7,79	407,90	330,56	328,15
29-7	5,49	5,34	7,58	7,58	390,60	270,11	267,73
30-7	5,73	5,62	8,17	8,17	425,98	287,28	284,70
31-7	5,62	5,51	7,88	7,88	415,42	284,96	282,65
<b>TOTAL</b>	<b>169,83</b>	<b>166,27</b>	<b>233,24</b>	<b>234,73</b>	<b>12349,58</b>	<b>8649,70</b>	<b>8584,94</b>



# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.26: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante julio 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,78	0,83	0,82	28,14	33,71
0,77	0,79	0,79	12,50	14,42
0,77	0,82	0,81	19,50	24,03
0,80	0,83	0,82	39,09	39,44
0,81	0,84	0,82	40,00	40,35
0,80	0,83	0,81	39,51	40,03
0,80	0,83	0,82	35,83	36,19
0,78	0,82	0,82	24,69	32,84
0,81	0,84	0,83	39,72	40,07
0,81	0,84	0,83	36,40	36,57
0,82	0,84	0,83	38,05	38,05
0,84	0,86	0,86	40,07	40,52
0,80	0,85	0,84	42,09	42,26
0,80	0,86	0,85	41,20	41,53
0,81	0,87	0,86	42,62	42,62
0,81	0,86	0,85	40,92	41,26
0,79	0,85	0,84	42,16	42,72
0,80	0,84	0,83	39,58	39,96
0,81	0,85	0,84	39,93	39,95
0,81	0,86	0,85	38,29	38,29
0,76	0,84	0,83	16,37	25,29
0,79	0,70	0,69	39,62	40,38
0,81	0,86	0,85	38,77	38,77
0,80	0,87	0,86	36,54	36,68
0,80	0,85	0,84	40,58	40,75
0,81	0,87	0,85	38,82	38,82
0,80	0,84	0,84	41,19	41,19
0,81	0,72	0,70	40,11	40,11
0,83	0,86	0,85	38,07	38,12
0,82	0,85	0,84	42,58	42,58
0,81	0,84	0,83	40,21	40,21
<b>0,80</b>	<b>0,84</b>	<b>0,82</b>	<b>37,34</b>	<b>38,21</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.27: Evolución de los datos durante julio 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
1-7	2,82	2,76	3,74	3,82	32,62	35,46
2-7	1,16	1,14	1,34	1,37	15,52	18,02
3-7	1,77	1,73	1,64	1,83	-7,34	3,56
4-7	2,78	2,71	3,83	3,85	37,77	38,49
5-7	2,80	2,74	3,91	3,92	39,64	40,00
6-7	2,89	2,83	4,04	4,07	39,79	40,83
7-7	2,67	2,62	3,76	3,78	40,82	41,57
8-7	1,18	1,15	1,35	1,42	14,41	20,42
9-7	2,86	2,80	4,03	4,04	40,91	41,26
10-7	2,78	2,73	3,68	3,69	32,37	32,73
11-7	2,80	2,73	3,90	3,90	39,29	39,29
12-7	2,82	2,75	3,88	3,89	37,59	37,94
13-7	2,91	2,83	4,13	4,14	41,92	42,27
14-7	2,94	2,87	4,17	4,19	41,84	42,52
15-7	2,94	2,86	4,17	4,17	41,84	41,84
16-7	2,90	2,82	4,10	4,11	41,38	41,72
17-7	2,83	2,77	4,01	4,02	41,70	42,12
18-7	2,83	2,76	3,95	3,96	39,58	40,00
19-7	2,69	2,62	3,78	3,78	40,52	40,56
20-7	2,78	2,70	3,85	3,85	38,49	38,49
21-7	2,74	2,69	2,99	3,37	9,12	22,88
22-7	2,84	2,76	4,06	4,06	42,96	42,96
23-7	2,92	2,83	4,13	4,13	41,44	41,44
24-7	2,85	2,75	3,94	3,94	38,25	38,25
25-7	2,88	2,82	4,15	4,15	44,10	44,10
26-7	2,89	2,79	4,14	4,14	40,58	40,75
27-7	2,83	2,77	4,03	4,03	42,40	42,40
28-7	2,74	2,65	3,93	3,93	43,43	43,43
29-7	2,64	2,56	3,58	3,58	35,61	35,64
30-7	2,84	2,79	4,16	4,16	46,48	46,48
31-7	2,78	2,71	3,99	3,99	43,53	43,53
<b>TOTAL</b>	<b>83,10</b>	<b>81,04</b>	<b>114,36</b>	<b>115,29</b>	<b>37,62</b>	<b>38,73</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## AGOSTO 2010

Día completo:

Tabla 6.28: Evolución de la producción e irradiancia durante agosto 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-8	5,61	5,52	7,82	7,82	409,07	284,19	281,97
2-8	5,80	5,70	8,01	8,01	416,70	289,90	287,78
3-8	5,73	5,60	7,68	7,68	404,18	339,51	337,20
4-8	5,57	5,49	7,73	7,73	402,00	282,52	280,42
5-8	5,82	5,69	8,07	8,07	417,04	288,40	285,94
6-8	5,73	5,59	7,93	7,93	412,15	285,77	283,79
7-8	5,53	5,41	7,55	7,55	400,22	280,61	278,29
8-8	2,27	2,24	2,44	2,58	134,25	118,64	115,54
9-8	4,64	4,58	5,46	5,57	281,89	228,06	227,15
10-8	4,25	4,20	5,03	5,12	260,54	209,97	208,63
11-8	5,79	5,66	7,45	7,46	371,41	277,99	278,25
12-8	5,48	5,34	6,90	6,94	335,00	259,31	258,65
13-8	5,60	5,48	6,07	6,82	348,54	277,42	276,75
14-8	6,08	5,95	7,64	7,70	396,64	299,91	299,76
15-8	5,86	5,72	7,60	7,64	391,55	292,85	292,62
16-8	4,34	4,28	4,69	5,19	261,64	218,98	217,84
17-8	3,59	3,53	3,45	3,78	196,61	221,90	220,34
18-8	5,37	5,26	6,45	6,48	337,29	269,99	269,64
19-8	4,42	4,32	5,16	5,36	268,10	220,75	219,74
20-8	5,69	5,58	7,29	7,30	378,22	284,62	284,81
21-8	5,41	5,30	6,65	6,68	354,42	275,56	275,43
22-8	5,73	5,64	7,31	7,31	384,39	289,72	290,00
23-8	6,17	6,08	8,08	8,08	414,38	304,59	305,06
24-8	5,79	5,69	7,60	7,60	395,33	291,88	292,43
25-8	5,74	5,68	7,42	7,42	393,15	292,35	292,63
26-8	5,55	5,43	7,09	7,09	382,16	278,05	278,38
27-8	5,84	5,78	7,49	7,52	395,81	295,92	296,77
28-8	5,81	5,69	7,45	7,45	385,29	287,65	287,67
29-8	5,80	5,62	7,40	7,40	388,49	291,09	291,30
30-8	5,74	5,56	7,31	7,34	374,22	282,15	282,16
31-8	5,00	4,92	6,07	6,16	316,13	247,54	247,01
<b>TOTAL</b>	<b>165,75</b>	<b>162,53</b>	<b>210,29</b>	<b>212,78</b>	<b>11006,81</b>	<b>8367,79</b>	<b>8343,95</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.29: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante agosto 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,81	0,84	0,83	39,39	39,39
0,82	0,85	0,84	38,10	38,10
0,81	0,72	0,71	34,03	34,10
0,82	0,84	0,83	38,78	38,78
0,82	0,86	0,85	38,66	38,66
0,82	0,85	0,84	38,39	38,41
0,80	0,84	0,83	36,53	36,55
0,77	0,81	0,82	7,49	13,70
0,82	0,87	0,86	17,67	20,06
0,82	0,86	0,86	18,35	20,45
0,85	0,89	0,87	28,67	28,86
0,88	0,90	0,88	25,91	26,64
0,74	0,86	0,84	8,39	21,73
0,82	0,86	0,84	25,66	26,64
0,83	0,85	0,83	29,69	30,38
0,76	0,84	0,84	8,06	19,68
0,75	0,69	0,68	-3,90	5,26
0,81	0,85	0,83	20,11	20,58
0,82	0,85	0,84	16,74	21,22
0,82	0,85	0,83	28,12	28,30
0,80	0,84	0,82	22,92	23,48
0,81	0,84	0,83	27,57	27,57
0,83	0,86	0,85	30,96	30,96
0,82	0,84	0,83	31,26	31,28
0,80	0,84	0,83	29,27	29,29
0,79	0,85	0,83	27,75	27,77
0,81	0,84	0,83	28,25	28,78
0,82	0,86	0,84	28,23	28,24
0,81	0,85	0,82	27,59	27,59
0,83	0,87	0,84	27,35	27,87
0,82	0,86	0,85	21,40	23,12
<b>0,81</b>	<b>0,84</b>	<b>0,83</b>	<b>26,87</b>	<b>28,38</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.30: Evolución de los datos durante agosto 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
1-8	2,72	2,67	3,86	3,86	41,91	41,91
2-8	2,84	2,77	4,01	4,01	41,20	41,20
3-8	2,81	2,72	3,65	3,65	29,89	30,04
4-8	2,81	2,76	4,08	4,08	45,20	45,20
5-8	2,89	2,83	4,09	4,09	41,52	41,52
6-8	2,84	2,93	4,04	4,04	42,25	42,29
7-8	2,91	2,66	3,80	3,80	30,58	30,62
8-8	0,97	0,97	1,07	1,15	10,31	18,25
9-8	2,39	2,35	2,94	3,01	23,01	25,73
10-8	2,46	2,43	2,99	3,01	21,54	22,28
11-8	2,82	2,74	3,59	3,60	27,30	27,70
12-8	2,63	2,54	3,29	3,32	25,10	26,24
13-8	2,55	2,46	2,32	2,92	-9,02	14,39
14-8	3,00	2,93	3,75	3,77	25,00	25,67
15-8	2,94	2,84	3,90	3,91	32,65	32,99
16-8	1,59	1,57	1,67	2,06	5,03	29,81
17-8	1,70	1,69	1,59	1,81	-6,47	6,53
18-8	2,58	2,52	3,13	3,13	21,32	21,32
19-8	2,72	2,65	3,20	3,35	17,65	23,09
20-8	2,84	2,77	3,69	3,69	29,93	29,93
21-8	2,84	2,77	3,68	3,70	29,58	30,28
22-8	2,84	2,78	3,75	3,75	32,04	32,04
23-8	3,08	3,01	4,12	4,12	33,77	33,77
24-8	2,87	2,82	3,90	3,90	35,89	35,89
25-8	2,86	2,81	3,79	3,79	32,52	32,52
26-8	2,82	2,76	3,71	3,71	31,56	31,56
27-8	2,92	2,89	3,82	3,84	30,82	31,51
28-8	2,94	2,86	3,86	3,86	31,29	31,29
29-8	2,94	2,82	3,84	3,84	30,61	30,61
30-8	2,93	2,82	3,82	3,83	30,38	30,72
31-8	2,81	2,77	3,60	3,60	28,11	28,11
<b>TOTAL</b>	<b>82,86</b>	<b>80,91</b>	<b>106,55</b>	<b>108,20</b>	<b>28,59</b>	<b>30,58</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## SEPTIEMBRE 2010

Día completo:

Tabla 6.31: Evolución de la producción e irradiancia durante septiembre 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-9	3,15	3,03	2,97	3,42	174,90	167,46	166,13
2-9	3,83	3,77	4,25	4,46	227,77	199,55	198,98
3-9	5,55	5,44	6,90	6,90	355,53	275,30	275,54
4-9	5,24	5,12	6,37	6,40	332,51	264,47	264,80
5-9	4,73	4,65	5,42	5,69	288,93	241,51	241,08
6-9	5,38	5,26	6,38	6,41	331,99	267,26	267,71
7-9	5,46	5,37	5,29	6,47	345,49	270,96	271,88
8-9	5,93	5,84	7,20	7,40	377,64	343,32	345,55
9-9	5,76	5,67	7,13	7,16	366,01	283,34	284,58
10-9	5,64	5,55	7,04	7,04	359,91	276,73	277,31
11-9	5,63	5,53	6,94	6,96	361,76	278,55	279,31
12-9	5,57	5,44	6,75	6,75	353,91	277,77	278,25
13-9	5,43	5,38	6,66	6,71	346,91	271,24	271,72
14-9	5,54	5,41	6,95	6,95	346,36	269,48	270,33
15-9	5,08	4,98	6,14	6,16	317,50	253,78	254,28
16-9	2,46	2,40	2,48	2,69	133,33	129,71	128,34
17-9	3,05	2,98	3,26	3,38	171,93	156,06	155,10
18-9	3,33	3,29	4,06	4,17	213,46	170,07	169,45
19-9	5,57	5,45	6,72	6,75	348,22	272,50	273,85
20-9	1,31	1,27	1,24	1,46	74,21	72,45	70,29
21-9	5,04	4,95	6,05	6,08	307,87	248,43	248,80
22-9	4,80	4,74	5,50	5,52	282,15	237,97	238,54
23-9	2,34	2,30	2,24	2,56	120,81	120,23	118,52
24-9	4,77	4,66	5,77	5,83	293,96	227,73	229,08
25-9	5,60	5,50	6,76	6,81	340,19	269,31	270,98
26-9	5,78	5,66	7,00	7,05	351,47	277,44	279,14
27-9	5,11	5,06	6,17	6,17	307,67	247,96	249,17
28-9	5,47	5,41	6,59	6,65	335,62	269,80	269,10
29-9	5,25	5,20	6,34	6,38	322,38	261,01	255,37
30-9	5,05	4,98	6,08	6,14	307,45	248,97	242,93
<b>TOTAL</b>	<b>142,85</b>	<b>140,29</b>	<b>168,65</b>	<b>172,51</b>	<b>8797,84</b>	<b>7150,36</b>	<b>7146,11</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.32: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante septiembre 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,72	0,80	0,78	-5,71	8,44
0,79	0,82	0,81	10,97	16,55
0,83	0,86	0,84	24,32	24,32
0,82	0,84	0,82	21,56	22,08
0,80	0,83	0,82	14,59	20,27
0,82	0,86	0,84	18,59	19,09
0,65	0,86	0,84	-3,11	18,44
0,81	0,73	0,72	21,42	24,72
0,83	0,87	0,85	23,78	24,31
0,83	0,87	0,85	24,82	24,82
0,82	0,86	0,84	23,27	23,62
0,81	0,85	0,83	21,18	21,18
0,82	0,85	0,84	22,65	23,57
0,85	0,87	0,85	25,45	25,45
0,82	0,85	0,83	20,87	21,16
0,79	0,81	0,80	0,81	9,51
0,81	0,83	0,82	6,89	10,89
0,81	0,83	0,83	21,92	25,32
0,82	0,87	0,85	20,65	21,10
0,71	0,77	0,77	-5,34	11,45
0,84	0,86	0,85	20,04	20,71
0,83	0,86	0,85	14,58	14,94
0,79	0,83	0,83	-4,27	9,40
0,84	0,89	0,87	20,96	22,31
0,85	0,88	0,86	20,71	21,68
0,85	0,89	0,86	21,11	21,97
0,85	0,88	0,86	20,74	20,76
0,84	0,86	0,86	20,48	21,57
0,84	0,86	0,87	20,76	21,58
0,84	0,86	0,87	20,40	21,49
<b>0,82</b>	<b>0,85</b>	<b>0,84</b>	<b>18,06</b>	<b>20,77</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.33: Evolución de los datos durante septiembre 2010

<u>Día</u>	<u>Producción</u> <u>Trasero</u> <u>(kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Delantero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Carrusel (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Rectificado (kWh)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Rectificado (%)</u>
1-9	1,65	1,58	1,44	1,79	-12,73	8,18
2-9	1,33	1,32	1,40	1,56	5,26	17,59
3-9	2,81	2,75	3,58	3,58	27,40	27,40
4-9	2,70	2,63	3,42	3,44	26,67	27,30
5-9	2,70	2,65	2,94	3,02	8,89	11,89
6-9	2,61	2,55	3,18	3,21	21,84	22,87
7-9	2,78	2,71	2,47	3,31	-11,15	19,10
8-9	3,12	3,05	3,99	4,00	27,88	28,21
9-9	2,94	2,89	3,71	3,73	26,19	26,87
10-9	2,91	2,82	3,66	3,66	25,77	25,77
11-9	2,84	2,77	3,55	3,56	25,00	25,35
12-9	2,92	2,85	3,65	3,65	25,00	25,00
13-9	2,81	2,77	3,51	3,51	24,91	24,91
14-9	2,89	2,79	3,68	3,68	27,34	27,34
15-9	2,67	2,61	3,23	3,23	20,97	21,09
16-9	1,16	1,11	1,16	1,28	0,00	10,17
17-9	1,11	1,08	1,14	1,22	2,70	10,09
18-9	1,54	1,51	2,12	2,19	37,66	42,01
19-9	2,90	2,84	3,56	3,56	22,76	22,76
20-9	0,49	0,46	0,44	0,54	-10,20	10,00
21-9	2,58	2,54	3,16	3,17	22,48	22,87
22-9	2,66	2,62	3,13	3,13	17,67	17,78
23-9	1,26	1,25	1,23	1,39	-2,38	10,00
24-9	2,40	2,34	3,02	3,07	25,83	27,79
25-9	2,87	2,82	3,52	3,53	22,65	23,14
26-9	3,05	2,97	3,72	3,72	21,97	21,97
27-9	2,76	2,74	3,40	3,40	23,19	23,22
28-9	2,85	2,82	3,50	3,50	22,81	22,81
29-9	2,68	2,66	3,33	3,33	24,25	24,37
30-9	2,76	2,71	3,36	3,36	21,74	21,88
<b>TOTAL</b>	<b>72,75</b>	<b>71,21</b>	<b>87,20</b>	<b>89,32</b>	<b>19,86</b>	<b>22,78</b>



# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## OCTUBRE 2010

Día completo:

Tabla 6.34: Evolución de la producción e irradiancia durante octubre 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Trasero (W/m <sup>2</sup> )	Irradiancia Media Delantero (W/m <sup>2</sup> )
1-10	5,41	5,32	6,43	6,48	330,08	269,23	263,31
2-10	5,39	5,32	6,52	6,53	329,54	267,48	261,79
3-10	1,66	1,61	1,63	1,85	94,00	91,88	87,21
4-10	4,66	4,60	4,03	5,39	278,91	229,04	227,74
5-10	5,41	5,28	5,43	6,25	321,26	263,99	261,40
6-10	5,40	5,26	6,17	6,25	318,24	261,86	259,25
7-10	3,50	3,45	3,79	4,00	204,06	177,90	174,44
8-10	3,71	3,64	3,64	4,10	212,00	190,31	187,30
9-10	0,29	0,28	0,28	0,33	24,89	26,58	24,16
10-10	4,27	4,20	4,48	5,00	260,58	215,90	214,14
11-10	2,13	2,06	2,10	2,40	113,42	110,04	107,23
12-10	3,19	3,12	3,52	3,65	189,44	163,83	161,61
13-10	4,69	4,57	5,28	5,57	272,99	226,17	224,14
14-10	5,15	5,03	6,00	6,07	292,40	243,65	241,87
15-10	5,28	5,11	6,05	6,14	292,62	245,03	243,10
16-10	5,28	5,15	6,12	6,21	296,37	247,14	245,58
17-10	5,36	5,23	6,20	6,30	303,37	252,25	251,22
18-10	5,40	5,26	6,28	6,40	297,13	247,10	245,39
19-10	5,14	4,96	5,88	5,98	280,76	234,78	233,47
20-10	5,17	5,01	5,95	6,07	284,66	239,28	237,91
21-10	4,98	4,85	5,71	5,81	272,24	231,15	229,66
22-10	3,49	3,42	3,83	3,94	188,00	164,20	162,00
23-10	4,64	4,56	5,34	5,40	258,00	217,13	215,63
24-10	4,43	4,38	5,14	5,17	256,24	216,05	215,09
25-10	4,93	4,84	5,66	5,78	272,90	232,67	231,44
26-10	5,02	4,89	5,71	5,86	268,62	231,96	230,83
27-10	4,74	4,63	5,41	5,50	260,28	220,57	219,10
28-10	2,91	2,87	3,21	3,30	159,58	140,93	139,06
29-10	2,90	2,83	3,17	3,27	161,75	143,54	141,49
30-10	0,77	0,76	0,65	0,85	45,64	48,52	46,25
31-10	2,55	2,51	2,09	2,80	141,96	126,45	125,17
<b>TOTAL</b>	<b>127,85</b>	<b>125,00</b>	<b>141,70</b>	<b>148,66</b>	<b>7281,93</b>	<b>6176,61</b>	<b>6107,98</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.35: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante octubre 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,83	0,86	0,86	18,85	19,78
0,84	0,86	0,86	20,96	21,17
0,74	0,77	0,79	-1,81	11,39
0,61	0,87	0,86	-13,52	15,73
0,72	0,87	0,86	0,37	15,55
0,82	0,88	0,86	14,26	15,76
0,79	0,84	0,84	8,29	14,31
0,73	0,83	0,83	-1,89	10,46
0,48	0,46	0,49	-3,45	12,41
0,73	0,84	0,83	4,92	17,14
0,79	0,82	0,82	-1,41	12,82
0,79	0,83	0,82	10,34	14,42
0,82	0,88	0,87	12,58	18,68
0,87	0,90	0,88	16,50	17,90
0,88	0,92	0,89	14,58	16,19
0,88	0,91	0,89	15,91	17,65
0,87	0,90	0,89	15,67	17,57
0,90	0,93	0,91	16,30	18,43
0,89	0,93	0,90	14,40	16,42
0,89	0,92	0,90	15,09	17,49
0,89	0,92	0,90	14,66	16,73
0,87	0,90	0,90	9,74	12,98
0,88	0,91	0,90	15,09	16,44
0,85	0,87	0,87	16,03	16,77
0,88	0,90	0,89	14,81	17,30
0,90	0,92	0,90	13,75	16,71
0,88	0,91	0,90	14,14	16,01
0,86	0,88	0,88	10,31	13,26
0,83	0,86	0,85	9,31	12,76
0,61	0,68	0,70	-15,58	10,00
0,63	0,86	0,85	-18,04	9,88
<b>0,83</b>	<b>0,88</b>	<b>0,87</b>	<b>10,83</b>	<b>16,28</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.36: Evolución de los datos durante octubre 2010

<u>Día</u>	<u>Producción</u> <u>Trasero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Delantero (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Carrusel (kWh)</u>	<u>Producción</u> <u>Rectificado (kWh)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Carrusel</u> <u>(%)</u>	<u>Ganancia</u> <u>Rectificado (%)</u>
1-10	2,80	2,75	3,42	3,42	22,14	22,14
2-10	2,62	2,58	3,23	3,23	23,28	23,32
3-10	1,00	0,96	1,00	1,13	0,00	13,10
4-10	2,63	2,61	2,23	3,01	-15,21	14,56
5-10	2,71	2,63	2,88	3,22	6,27	18,86
6-10	2,70	2,61	3,18	3,18	17,78	17,81
7-10	2,15	2,10	2,38	2,41	10,70	12,05
8-10	1,45	1,43	1,14	1,55	-21,38	6,90
9-10	0,12	0,11	0,10	0,13	-16,67	10,00
10-10	2,55	2,50	2,72	2,99	6,67	17,37
11-10	1,30	1,26	1,33	1,49	2,31	14,85
12-10	2,33	2,26	2,69	2,71	15,45	16,09
13-10	2,36	2,28	2,87	2,88	21,61	21,91
14-10	2,57	2,49	3,12	3,12	21,40	21,48
15-10	2,69	2,57	3,17	3,18	17,84	18,03
16-10	2,67	2,58	3,19	3,19	19,48	19,55
17-10	2,71	2,59	3,23	3,23	19,19	19,26
18-10	2,75	2,67	3,31	3,33	20,36	20,91
19-10	2,63	2,52	3,12	3,12	18,63	18,78
20-10	2,60	2,51	3,09	3,09	18,85	19,00
21-10	2,51	2,45	3,00	3,00	19,52	19,64
22-10	2,05	1,99	2,34	2,38	14,15	15,95
23-10	2,31	2,28	2,73	2,73	18,18	18,31
24-10	2,37	2,34	2,81	2,83	18,57	19,41
25-10	2,33	2,27	2,75	2,75	18,03	18,15
26-10	2,54	2,44	2,98	3,00	17,32	18,03
27-10	2,50	2,42	2,95	2,96	18,00	18,28
28-10	1,21	1,18	1,30	1,36	7,44	12,15
29-10	1,85	1,80	2,10	2,14	13,51	15,51
30-10	0,49	0,48	0,44	0,54	-10,20	10,00
31-10	1,90	1,85	1,53	2,06	-19,47	8,26
<b>TOTAL</b>	<b>67,40</b>	<b>65,51</b>	<b>76,33</b>	<b>79,36</b>	<b>13,25</b>	<b>17,75</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## NOVIEMBRE 2010

Día completo:

Tabla 6.37: Evolución de la producción e irradiancia durante noviembre 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Irradiancia Media Carrusel (W/m^2)	Irradiancia Media Trasero (W/m^2)	Irradiancia Media Delantero (W/m^2)
1-11	3,30	3,28	3,48	3,85	196,69	166,92	166,34
2-11	4,73	4,71	5,41	5,59	263,90	227,46	227,18
3-11	4,51	4,48	5,15	5,31	249,13	215,16	214,76
4-11	4,56	4,50	5,16	5,46	254,74	219,82	219,13
5-11	4,47	4,47	5,11	5,37	249,21	214,76	214,60
6-11	4,13	4,17	4,65	4,82	225,73	197,69	196,69
7-11	2,13	2,07	2,10	2,38	109,32	104,19	101,84
8-11	1,13	1,12	0,84	1,26	67,04	66,27	63,92
9-11	3,12	3,08	3,01	3,44	173,39	152,48	152,04
10-11	4,39	4,36	4,88	5,12	243,81	208,34	208,33
11-11	3,91	3,88	4,36	4,45	222,10	193,21	192,38
12-11	2,52	2,49	2,61	2,93	131,49	125,56	124,54
13-11	0,86	0,85	0,82	0,99	49,61	52,77	50,57
14-11	0,49	0,49	0,42	0,56	30,46	32,86	30,99
15-11	2,60	2,59	2,58	3,00	143,43	129,14	128,18
16-11	3,78	3,79	4,25	4,47	201,21	179,94	179,92
17-11	1,25	1,37	1,26	1,53	69,87	72,16	71,02
18-11	2,81	2,91	3,08	3,44	154,05	141,26	140,76
19-11	1,92	1,88	2,00	2,13	109,36	99,17	97,91
20-11	2,82	2,84	2,96	3,23	161,39	142,93	142,73
21-11	1,70	1,66	1,59	1,89	94,84	89,72	88,35
22-11	2,52	2,63	2,83	3,11	141,54	130,38	129,55
23-11	3,30	3,28	3,48	4,19	175,67	166,92	166,34
24-11	3,78	3,79	4,27	4,64	197,28	179,94	179,92
25-11	3,78	3,79	4,14	4,57	185,33	179,94	179,92
26-11	3,78	3,79	4,37	4,76	202,28	179,94	179,92
27-11	1,25	1,37	1,66	2,45	85,83	72,16	71,02
28-11	3,78	3,79	4,23	4,83	196,70	179,94	179,92
29-11	0,49	0,49	0,24	0,55	21,64	32,86	30,99
30-11	0,49	0,49	0,69	0,86	43,64	32,86	30,99
<b>TOTAL</b>	<b>84,30</b>	<b>84,41</b>	<b>91,63</b>	<b>101,17</b>	<b>4650,68</b>	<b>4186,75</b>	<b>4160,75</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.38: Evolución del coeficiente de rendimiento y ganancia durante noviembre 2010

<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Carrusel</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Trasero</u>	<u>Coeficiente de rendimiento (PR) Delantero</u>	<u>Ganancia Carrusel (%)</u>	<u>Ganancia Rectificado (%)</u>
0,75	0,84	0,84	5,45	16,64
0,87	0,88	0,88	14,38	18,27
0,88	0,89	0,89	14,19	17,76
0,86	0,88	0,87	13,16	19,71
0,87	0,89	0,89	14,32	20,22
0,88	0,89	0,90	12,59	16,63
0,82	0,87	0,86	-1,41	11,50
0,53	0,73	0,75	-25,66	11,77
0,74	0,87	0,86	-3,53	10,10
0,85	0,90	0,89	11,16	16,61
0,84	0,86	0,86	11,51	13,71
0,84	0,85	0,85	3,57	16,31
0,70	0,69	0,72	-4,65	14,88
0,59	0,63	0,67	-14,29	14,29
0,77	0,86	0,86	-0,77	15,19
0,90	0,89	0,90	12,43	18,20
0,77	0,74	0,82	0,80	22,32
0,85	0,85	0,88	9,61	22,24
0,78	0,82	0,82	4,17	10,78
0,78	0,84	0,85	4,96	14,61
0,71	0,81	0,80	-6,47	11,00
0,85	0,82	0,86	12,30	23,53
0,84	0,84	0,84	5,45	27,00
0,92	0,89	0,90	12,96	22,83
0,95	0,89	0,90	9,52	21,01
0,92	0,89	0,90	15,61	25,98
0,82	0,74	0,82	32,80	96,08
0,92	0,89	0,90	11,90	27,88
0,47	0,63	0,67	-51,02	12,24
0,67	0,63	0,67	40,82	75,51
<b>0,84</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>8,70</b>	<b>20,01</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Medio día:

Tabla 6.39: Evolución de los datos durante noviembre 2010

Día	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Rectificado (kWh)	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
1-11	2,19	2,18	2,52	2,62	15,07	19,45
2-11	2,42	2,36	2,83	2,86	16,94	18,18
3-11	2,33	2,28	2,72	2,74	16,74	17,60
4-11	2,39	2,30	2,95	2,95	23,43	23,51
5-11	2,16	2,10	2,70	2,70	25,00	25,09
6-11	2,17	2,14	2,49	2,52	14,75	16,22
7-11	1,39	1,35	1,45	1,56	4,32	12,30
8-11	0,78	0,78	0,54	0,88	-30,77	12,56
9-11	1,04	1,02	0,87	1,18	-16,35	13,08
10-11	2,27	2,19	2,53	2,59	11,45	13,92
11-11	2,02	1,96	2,28	2,30	12,87	13,61
12-11	0,72	0,62	0,61	0,80	-15,28	11,11
13-11	0,29	0,29	0,28	0,34	-3,45	16,21
14-11	0,33	0,33	0,30	0,38	-9,09	16,36
15-11	1,57	1,56	1,55	1,81	-1,27	15,29
16-11	2,09	2,05	2,38	2,46	13,88	17,66
17-11	0,12	0,13	0,10	0,14	-16,67	19,17
18-11	2,06	2,06	2,29	2,46	11,17	19,61
19-11	0,70	0,68	0,74	0,78	5,71	11,00
20-11	1,30	1,29	1,25	1,44	-3,85	10,85
21-11	0,96	0,94	0,91	1,07	-5,21	11,67
22-11	1,89	1,90	2,11	2,28	11,64	20,63
23-11	2,00	1,99	1,67	2,25	-16,50	12,60
24-11	2,09	2,05	2,27	2,46	8,61	17,89
25-11	2,09	2,05	2,28	2,44	9,09	16,94
26-11	2,09	2,05	2,43	2,59	16,27	24,02
27-11	0,15	0,16	0,90	0,90	500,00	500,00
28-11	2,09	2,05	2,15	2,57	2,87	23,16
29-11	0,33	0,33	0,15	0,37	-54,55	13,33
30-11	0,33	0,33	0,41	0,53	24,24	61,21
<b>TOTAL</b>	<b>44,36</b>	<b>43,52</b>	<b>48,66</b>	<b>52,99</b>	<b>9,69</b>	<b>19,45</b>

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

## DATOS DIARIOS:

Tabla 6.40: Evolución de la producción y ganancia durante el 15 de julio de 2010 (hasta las 13:30 horas)

Hora	Producción Trasero (kWh)	Producción Delantero (kWh)	Producción Carrusel (kWh)	Producción Carrusel Rectificado (kWh)	Ganancia Carrusel (%)	Ganancia Rectificado (%)
6:00				0	N/A	N/A
6:15				0	N/A	N/A
6:30				0	N/A	N/A
6:45				0	N/A	N/A
7:00	0	0	0	0	N/A	N/A
7:15	0	0	0	0	N/A	N/A
7:30	0	0	0	0	N/A	N/A
7:45	0	0	0	0	N/A	N/A
8:00	0	0	0	0	N/A	N/A
8:15	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0
8:30	0	0	0,05	0,05	N/A	N/A
8:45	0,02	0,02	0,1	0,1	400	400
9:00	0,03	0,03	0,12	0,12	300	300
9:15	0,04	0,03	0,14	0,14	250	250
9:30	0,05	0,05	0,16	0,16	220	220
9:45	0,06	0,07	0,18	0,18	200	200
10:00	0,08	0,07	0,18	0,18	125	125
10:15	0,09	0,09	0,18	0,18	100	100
10:30	0,11	0,1	0,19	0,19	72,7272727	72,72727273
10:45	0,11	0,11	0,19	0,19	72,7272727	72,72727273
11:00	0,13	0,12	0,18	0,18	38,4615385	38,46153846
11:15	0,13	0,13	0,19	0,19	46,1538462	46,15384615
11:30	0,14	0,14	0,19	0,19	35,7142857	35,71428571
11:45	0,15	0,14	0,19	0,19	26,6666667	26,66666667
12:00	0,16	0,15	0,19	0,19	18,75	18,75
12:15	0,16	0,16	0,19	0,19	18,75	18,75
12:30	0,17	0,17	0,19	0,19	11,7647059	11,76470588
12:45	0,17	0,17	0,19	0,19	11,7647059	11,76470588
13:00	0,18	0,17	0,19	0,19	5,55555556	5,555555556
13:15	0,18	0,18	0,19	0,19	5,55555556	5,555555556
13:30	0,19	0,19	0,2	0,2	5,26315789	5,263157895

# Análisis y comparación de datos de un seguidor fotovoltaico de dos ejes con back-tracking

Tabla 6.41: Evolución de la producción y ganancia durante el 15 de julio de 2010 (a partir de las 13:45 horas)

13:45	0,19	0,18	0,19	0,19	0	0
14:00	0,2	0,19	0,2	0,2	0	0
14:15	0,19	0,19	0,19	0,19	0	0
14:30	0,19	0,19	0,19	0,19	0	0
14:45	0,19	0,19	0,2	0,2	5,26315789	5,263157895
15:00	0,19	0,18	0,19	0,19	0	0
15:15	0,19	0,19	0,19	0,19	0	0
15:30	0,19	0,18	0,19	0,19	0	0
15:45	0,18	0,18	0,19	0,19	5,55555556	5,555555556
16:00	0,18	0,17	0,2	0,2	11,11111111	11,111111111
16:15	0,17	0,18	0,19	0,19	11,7647059	11,76470588
16:30	0,17	0,16	0,19	0,19	11,7647059	11,76470588
16:45	0,17	0,16	0,18	0,18	5,88235294	5,882352941
17:00	0,15	0,15	0,19	0,19	26,66666667	26,66666667
17:15	0,15	0,15	0,19	0,19	26,66666667	26,66666667
17:30	0,14	0,14	0,19	0,19	35,7142857	35,71428571
17:45	0,13	0,13	0,19	0,19	46,1538462	46,15384615
18:00	0,13	0,12	0,19	0,19	46,1538462	46,15384615
18:15	0,11	0,1	0,18	0,18	63,6363636	63,63636364
18:30	0,1	0,1	0,18	0,18	80	80
18:45	0,08	0,09	0,18	0,18	125	125
19:00	0,08	0,07	0,18	0,18	125	125
19:15	0,06	0,06	0,18	0,18	200	200
19:30	0,05	0,05	0,15	0,15	200	200
19:45	0,04	0,04	0,14	0,14	250	250
20:00	0,02	0,02	0,12	0,12	500	500
20:15	0,02	0,02	0,09	0,09	350	350
20:30	0	0	0,08	0,08	N/A	N/A
20:45	0,01	0,01	0,05	0,05	400	400
21:00	0	0	0,03	0,03	N/A	N/A
21:15	0	0	0,01	0,01	N/A	N/A
21:30	0	0	0	0	N/A	N/A
21:45	0	0	0	0	N/A	N/A
22:00			0	0	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>6,03</b>	<b>5,89</b>	<b>8,6</b>	<b>8,6</b>	<b>42,6202322</b>	<b>42,62023217</b>